

Auditoria energètica CEIP Sant Jordi i proposta de mesures de millora

Cristina Gimenez Peña

Direcció del projecte: Gabriel Pérez i Gabriel Zsembinski

Novembre de 2017



ESCOLA
POLITÀCNICA SUPERIOR
UNIVERSITAT DE LLEIDA

Grau en enginyeria mecànica



El present projecte ha estat realitzat gracies a tot l'ajut que he rebut per part dels meus tutors Gabriel Pérez Luque i Gabriel Zsembinski, que han resolt totes les dificultats que se m'han plantejat, gracies a la gran col·laboració de Gerard Peiró Bell-lloch, que sempre ha estat disposat a ajudar i a totes les persones com la meva família i companys/es que han estat en tot moment al meu costat.

A tots/es vosaltres, moltes gracies.



0. Índex General



Índex

0. Índex General.....	3
Índex.....	4
Índex taules	7
Índex figures	11
1. Memòria	14
1.1. Dades d'identificació	15
1.2. Introducció.....	16
1.3. Objecte i camp d'aplicació.....	19
1.4. Abast de l'auditoria i dades del centre.....	21
1.5. Objectius	23
1.6. Antecedents	24
1.7. Metodologia.....	29
1.8. Normes per consultes i referències	34
1.8.1. Programes de càlcul	34
1.8.2. Web grafia	35
1.9. Requisits de disseny	36
1.9.1. Requisits generals	36
1.9.2. Descripció de l'edifici	37
1.9.3. Dades climàtiques	39
1.9.4. Zona climàtica.....	43
1.9.5. Il·luminació interior.....	44
1.9.6. Envoltant tèrmic.....	51
1.9.7. Qualitat de l'ambient interior	67
1.9.8. Característiques del sistema de calefacció i ACS.....	68
1.9.9. Demanda de ACS.....	69



1.9.10.	Estudi de consum i sistema elèctric.....	70
1.9.11.	Càrregues tèrmiques	86
1.10.	Resum de l'estat actual de l'edifici	87
1.11.	Proposta i anàlisis de millores.....	90
1.11.1.	Proposta millora en façanes	91
1.11.2.	Proposta millora en finestres	94
1.11.3.	Proposta millora en il·luminació interior.....	96
1.11.4.	Proposta millora en calefacció i climatització	98
1.11.5.	Inversió de les millores	101
1.12.	Estat edifici post millores.....	102
1.13.	Estudi viabilitat econòmica.....	103
1.14.	Conclusions	105
2.	Annexes	106
2.1.	Definicions.....	107
2.2.	Càlcul demanda ACS	112
2.3.	Estudi elecció tancaments.....	115
2.4.	Estudi elecció finestres	116
2.5.	Fitxes tècniques i dades econòmiques	119
2.6.	Càlcul viabilitat econòmica de les millores.....	127
2.6.1.	Càlcul viabilitat econòmica millora en finestres	127
2.6.2.	Estudi viabilitat econòmica millora en il·luminació.....	129
2.6.3.	Estudi viabilitat econòmica millora en calefacció.....	130
2.7.	Informes certificacions energètiques.....	132
2.7.1	Certificat energètic estat actual	132
2.7.2.	Certificat energètic després de les millores	140
3.	Plànols	147
4.	Pressupost	150
5.	Estudis amb entitat pròpia.....	154
5.1.	Estudi il·luminació	154



5.1.1. Tipologia de Luminàries	156
5.1.2. Representació dels resultats.....	157
5.1.3 Conclusions.....	180
5.2. Estudi termo-gràfic	181
5.2.1. Conclusions	205
5.3. Estudi energètic finestres i portes	206
5.3.1. Descripció dels elements	207
5.3.2. Conclusions	220



Índex taules

Taula 1 Consum Energia primària I final segons font d'energia a Catalunya any 2014	16
Taula 2 Característiques dimensionals Edifici Ceip Sant Jordi Puigverd de Lleida	37
Taula 3 Potència dels models de lluminària instal·lada en la planta baixa de l'escola	44
Taula 4 Potència dels models de lluminària instal·lada en la planta primera de l'escola	44
Taula 5 Dades lumíniques de les aules de planta baixa en condicions on només actua la llum natural.	45
Taula 6 Dades lumíniques de les aules de planta baixa en condicions on actua la llum natural i la donada per les lluminàries.....	46
Taula 7 Dades lumíniques de les aules de planta baixa en condicions on només actua la llum donada per les lluminàries.....	47
Taula 8 Dades lumíniques de les aules de planta primera en condicions on només actua la llum natural.	48
Taula 9 Dades lumíniques de les aules de planta primera en condicions on actua la llum natural i la donada.....	49
Taula 10 Dades lumíniques de les aules de planta primera en condicions on actua la llum donada per les lluminàries.	50
Taula 11 Transmissió tèrmica límit de façana, quan delimitin unitats del mateix ús.	51
Taula 12 Característiques principals murs façana Nord-Oest	52
Taula 13 Característiques principals murs façana Nord-Oest	52
Taula 14 Característiques principals murs façana Nord-Oest	53
Taula 15 Característiques principals murs façana Nord-Oest	53
Taula 16 Característiques principals murs façana Sud-Oest.....	54
Taula 17 Característiques principals murs façana Nord-Oest, part inferior.	54
Taula 18 Característiques principals murs façana Sud-Oest.....	55
Taula 19 Característiques principals murs façana Sud-Oest.....	55
Taula 20 Característiques principals murs façana Sud-Oest.....	56
Taula 21 Característiques principals murs façana Sud-Est.....	56
Taula 22 Característiques principals murs façana Sud-Est.....	57
Taula 23 Característiques principals murs façana Nord-Est.....	58
Taula 24 Característiques principals murs façana Nord-Est.....	58
Taula 25 Característiques principals murs façana Nord-Est.....	59
Taula 26 Característiques principals murs façana Nord-Est.....	59



Taula 27 Característiques principals murs interiors.....	60
Taula 28 Característiques principals murs interiors.....	60
Taula 29 Característiques principals coberta part ampliada.....	61
Taula 30 Característiques principals coberta part antiga.....	62
Taula 31 Característiques principals del forjat a terra part ampliada.....	63
Taula 32 Característiques principals del forjat entre plantes part ampliada	63
Taula 33 Característiques principals del forjat a terra part antiga	63
Taula 34 Característiques principals del forjat entre plantes part antiga	63
Taula 35 Característiques principals de finestres i portes, planta baixa edifici	64
Taula 36 Característiques principals de finestres i portes, planta primera edifici ..	65
Taula 37 temperatura i humitat mitjana planta Primera Taula 38 temperatura i humitat mitjana planta baixa	67
Taula 39 Dades dels estàndards de confort segons Rite	67
Taula 40 Característiques principals del sistema de calefacció, caldera i cremador	68
Taula 41 Característiques dels elements de radiació instal·lats.....	68
Taula 42 Demanda energètica ACS edifici.....	69
Taula 43 Tipologies de factures d'electricitat i peatge segons la potencia contractada.....	70
Taula 44 Resultat de la presa de dades de la xarxa elèctrica	73
Taula 45 Resum factura elèctrica tipus 2.0A	74
Taula 46 Resum factura elèctrica tipus 2.0DHA.....	75
Taula 47 Resum factura elèctrica tipus 2.0 DHS.....	76
Taula 48 Espais de l'edifici on no es compleix la normativa lumínica del coi tècnic de l'edificació.....	87
Taula 49 Dades d'eficiència energètica de lluminàries extret: Apunts campus UdL sustainable construction.	96
Taula 50 Característiques s tècniques dels elements emissors de calor d'alumini	99
Taula 51 Comparativa energètica entre radiadors existents(acer) i proposta de millora (alumini) extret catàleg Ferroli.....	99
Taula 52 Resum econòmic de la inversió en millores de l'edifici	101
Taula 53 Resum viabilitat econòmica d'il·luminació	103
Taula 54 Resum viabilitat econòmica del canvi de finestres	103
Taula 55 Resum viabilitat econòmica del canvi dels emissors de calor del sistema de calefacció	103
Taula 56 Consums ACS codi tècnic de l'edificació.....	112
Taula 57 Temperatures al llarg de l'any a Lleida.	113
Taula 58 Resum de resultats del consum d'ACS en l'edifici	114



Taula 59 Comparativa materials aïllament	115
Taula 60 Comparativa materials per als tancaments	116
Taula 61 Comparativa econòmica dels diversos tipus de marc a instal·lar en finestres.....	117
Taula 62 Comparativa entre els diferents marcs de les finestres	117
Taula 63 Comparativa de tipologia de vidres	118
Taula 64 Nomenclatura d'elements addicionals disposats en finestres.....	207
Taula 65 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element F1	207
Taula 66 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE Element F2	208
Taula 67 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element F3	208
Taula 68 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element F4	209
Taula 69 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element F5	210
Taula 70 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element F6	211
Taula 71 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element F7	212
Taula 72 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element F8	213
Taula 73 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element 9	213
Taula 74 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element F10	214
Taula 75 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element F11	214
Taula 76 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element F12	215
Taula 77 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element F13	215
Taula 78 Nomenclatura elements addicional persiana cuina. Element F14	216
Taula 79 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element P3	217
Taula 80 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element P8	219



Taula 81 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element P9.....	219
---	-----



Índex figures

Figura 1 Estructura de consums segons l'ús energètic en els habitatges	18
Figura 2 Situació de l'escola CEIP Sant Jordi de Puigverd de Lleida.	24
Figura 3 Façana Nord-Oest Escola Ceip Sant Jordi.....	26
Figura 4 Façana Sud-Oest Escola Ceip Sant Jordi.....	26
Figura 5 Façana Nord-Est Escola Ceip Sant Jordi	27
Figura 6 Façana Sud-Est Escola Ceip Sant Jordi	27
Figura 7 Fotografia del aparell de mesura lumínica luxímetre.	30
Figura 8 Càmera tèrmica, marca Testo, utilitzada per la present auditoria.	31
Figura 9 Aparell mesurador d'humitat i temperatura juntament amb la sonda necessària per realitzar les mesures.	32
Figura 10 Analitzador de la ret elèctrica i la seva instal·lació esquemàtica	33
Figura 11 Justificació de la zona climàtica	39
Figura 12 Resum climatològic any 2013 Puigverd de Lleida	40
Figura 13 Resum climatològic any 2014 Puigverd de Lleida	41
Figura 14 Resum climatològic any 2015 Puigverd de Lleida	42
Figura 15 Zona climàtica .Font: CTE.....	43
Figura 16 Pont tèrmic finestra	66
Figura 17 Possible humitat façana Sud-Oest	66
Figura 18 Punt de calor sala ordinadors.....	66
Figura 19 Pont tèrmic porta metàl·lica Nord-Oest	66
Figura 20 Tipus i cost del peatges en tarifa 2.0. Font: IDAE.	71
Figura 21 Zones horàries per el cas de hores Punta (Vermell) i hores Vall (Blau). 72	
Figura 22 Corba de consum acumulat de l'escola al llarg de la setmana d'estudi amb l'analitzador de xarxes.	77
Figura 23 Gràfica de Potència Activa en Fase 1 al llarg de la setmana d'estudi amb l'analitzador de xarxes.....	78
Figura 24 Gràfica de Potència Activa en Fase 2 al llarg de la setmana d'estudi amb l'analitzador de xarxes.....	79
Figura 25 Gràfica de Potència Activa en Fase 3 al llarg de la setmana d'estudi amb l'analitzador de xarxes.....	79
Figura 26 Gràfica de Potència Activa en Trifàsica al llarg de la setmana d'estudi amb l'analitzador de xarxes.	80
Figura 27 Gràfic de comparació de potència activa entre les fases.	81
Figura 28 Gràfica d'intensitat en Fase 1 al llarg de la setmana d'estudi amb l'analitzador de xarxes.....	82



Figura 29 Gràfica d'intensitat en Fase 2 al llarg de la setmana d'estudi amb l'analitzador de xarxes.....	82
Figura 30 Gràfica d'intensitat en Fase 3 al llarg de la setmana d'estudi amb l'analitzador de xarxes.....	83
Figura 31 Sistema de protecció elèctric escola, 63A.....	84
Figura 32 Normativa de subministraments individuals superiors a 15 kW.Font Endesa	84
Figura 33 Gràfic de comparació d'intensitat entre les fases.....	85
Figura 34 Etiqueta de la calcificació energètica de l'estat actual de l'edifici en estudi.....	89
Figura 35 Composició tancament zona ampliada i esquematització ordenada de l'exterior a l'interior.....	91
Figura 36 Composició tancament zona antiga i esquematització ordenada de l'exterior a l'interior.....	92
Figura 37 Resultats energètics de la proposta d'aïllament en façanes.....	92
Figura 38 Representació humitat detectada en les façanes SO i SE de l'escola i possible solució al problema.	93
Figura 39 Esquematització de la finestra escollida.....	94
Figura 40 Resultats energètics de la proposta finestres.....	95
Figura 41 Resultats energètics de la proposta en il·luminació	97
Figura 42 Dimensions dels elements emissors de calor d'alumini.....	98
Figura 43 Comparativa energètica en el cas d'instal·lar sistema de refrigeració en l'edifici.....	100
Figura 44 Estat edifici després de realitzar les millores.....	102
Figura 45 Dades tècniques de la caldera de calefacció de gas-oil.....	123
Figura 46 Dades tècniques del cremador del sistema de calefacció	124
Figura 47 Luminàries escollides per tal de realitzar l'estudi lumínic amb el programa Dialux. WT470C L1300xLED42S/840 NB zones netes serveis i cuina,BPS460 W22L124 1xLED48/840 MLO-PC zona aules, passadissos i zones no netes.....	156
Figura 48 Recreació edifici complet Ceip Sant Jordi amb el programa Dia lux ..	157
Figura 49 Recreació Planta baixa i primera Ceip Sant Jordi amb el programa Dia lux.....	157
Figura 50 Resultats estudi lumínic Aula P4-P5	158
Figura 51 Resultats estudi lumínic Aula petit grup	158
Figura 52 Resultats estudi lumínic Secretaria	159
Figura 53 Resultats estudi lumínic Aula 3	160
Figura 54 Resultats estudi lumínic Espai polivalent	161



Figura 55 Resultats estudi lumínic Cuina	162
Figura 56 Resultats estudi lumínic accés cuina.....	163
Figura 57 Resultats estudi lumínic Servei cuina.....	164
Figura 58 Resultats estudi lumínic Servei nens.....	165
Figura 59 Resultats estudi lumínic Servei nenes.....	165
Figura 60 Resultats estudi lumínic Servei Planta baixa.....	166
Figura 61 Resultats estudi lumínic Magatzem planta baixa.....	167
Figura 62 Resultats estudi lumínic Aula P3	167
Figura 63 Resultats estudi lumínic Vestíbul i passadís- Accés 1 i escala -Accés 2 i escala	168
Figura 64 Resultats estudi lumínic Aula 1	169
Figura 65 Resultats estudi lumínic Aula música	170
Figura 66 Resultats estudi lumínic Aula ordinadors	171
Figura 67 Resultats estudi lumínic Aula 2	172
Figura 68 Resultats estudi lumínic Aula 3	173
Figura 69 Resultats estudi lumínic Aula 4	174
Figura 70 Resultats estudi lumínic biblioteca-vídeo	174
Figura 71 Resultats estudi lumínic servei nens planta primera	175
Figura 72 Resultats estudi lumínic servei nenes planta primera	176
Figura 73 Resultats estudi lumínic Servei planta primera.....	177
Figura 74 Resultats estudi lumínic Magatzem neteja planta primera	178
Figura 75 Resultats estudi lumínic Vestíbul i passadís -Accés 3.....	179
Figura 76 Plànols de la distribució de les portes i finestres de l'edifici	206
Figura 77 Imatge de les portes instal·lades en aules interiors de l'escola	217
Figura 78 Imatges de porta exterior de l'edifici de l'escola.	218
Figura 79 Imatge de les portes instal·lades en aules interiors de l'escola.....	218
Figura 80 Imatge porta exterior accés pati.	219
Figura 81 Porta metàl·lica exterior	219



1.Memòria



1.1. Dades d'identificació

Títol del projecte

Auditoria energètica CEIP Sant Jordi i proposta de mesures de millora

Emplaçament geogràfic

C/Lleida nº67

Puigverd de Lleida

Lleida

Persona física o jurídica que ha encarregat el projecte

Nom: Universitat de Lleida (UdL), Escola Politècnica Superior (EPS).

Direcció: Carrer Jaume II, nº69, Campus Cappont.

C.P.: 25001

Telèfon: 973702700

Dades de l'autora del projecte

Nom de l'autor: Cristina Gimenez Peña

NIF: 48051681-N

Estudis: Grau en Enginyeria mecànica

Direcció: Carrer Rams número 14

C.P.: 25005

Telèfon: 699914973

Correu electrònic: cgp6@alumnes.udl.cat

Responsables de la tutoria del projecte

Nom: Gabriel Pérez Luque

Ubicació: Cappel·l -CREA despatx

Correu electrònic: gperez@diei.udl.cat

Nom: Gabriel Zsembinski

Ubicació: Sala 0.37 CREA

Correu electrònic: gabriel.zsembinski@udl.cat



1.2. Introducció

En l'actualitat el sector de la construcció està canviant el món, tant socialment com ecològicament. El consum d'energies no renovables com els combustibles fòssils (petroli i carbó) ha esdevingut un canvi en el planeta augmentant la seva temperatura de manera preocupant i degradant l'habitat tant per humans com per a la fauna i flora del mateix. Com s'observa en la taula 1 les principals fonts consumides a Catalunya són aquelles no renovables com els productes petrolífers, en contra els consums d'energies renovables a Catalunya són molt petits si els comprem, fet que fa que cada dia més el canvi climàtic sigui irreversible.

Taula 1 Consum Energia primària i final segons font d'energia a Catalunya any 2014

Fonts d'energia	Consum d'energia final (MW)	Consum d'energia Primària (MW)
Carbó	20,2	31,7
Petroli cru i productes intermedis	0,0	8.707,9
Productes petrolífers gasosos	174,2	451,4
Productes petrolífers lleugers	767,0	1.796,1
Productes petrolífers mitjans	5.039,8	1.203,9
Productes petrolífers pesants	25,2	-1.201,4
Altres productes petrolífers	283,7	-656,3
Gasos manufacturats	0,0	0
Gas natural	2.706,6	4.996,9
Energia nuclear	0,0	6.004,2
Energia hidràulica	0,0	4.996,9
Energia eòlica	0,0	252,5
Energia solar fotovoltaica	0,0	35,5
Energia solar termoelectrica	0,0	10,7
Energia elèctrica	3.530,4	426,5
Biomassa	334,7	495,1
Energia solar tèrmica	31,4	31,4

*Inclou la variació dels estocs ("- per als augments i "+" per a les disminucions) i també els lliuraments a vaixells nacionals i estrangers dedicats al transport marítim internacional, considerats com a búnquers (amb signe "-").



En quant a l'estat Espanyol segons l'Idae (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) les dades respecte als consums dels habitatges corresponen a la taula 2.

Taula 2 Desagregació segons el consum tèrmic i elèctric en l'estat espanyol

	CONSUMO FINAL		
	ELECTRICO	COMBUSTIBLES	TOTAL
USOS FINALES	TJ	TJ	TJ
CALEFACCIÓN	15.907	272.667	288.574
AGUA CALIENTE SANITARIA	16.129	100.114	116.243
COCINA	20.063	25.588	45.651
REFRIGERACIÓN	5.042	107	5.148
ILUMINACIÓN	25.366		25.366
ELECTRODOMÉSTICOS	133.470		133.470
Frigoríficos	40.834		40.834
Congeladores	8.083		8.083
Lavadoras	15.812		15.812
Lavavajillas	8.083		8.083
Secadoras	4.469		4.469
Horno	11.022		11.022
TV	16.263		16.263
Ordenadores	9.906		9.906
Stand-by	14.292		14.292
Otro Equipamiento	4.707		4.707
CONSUMO TOTAL	215.978	398.475	614.453

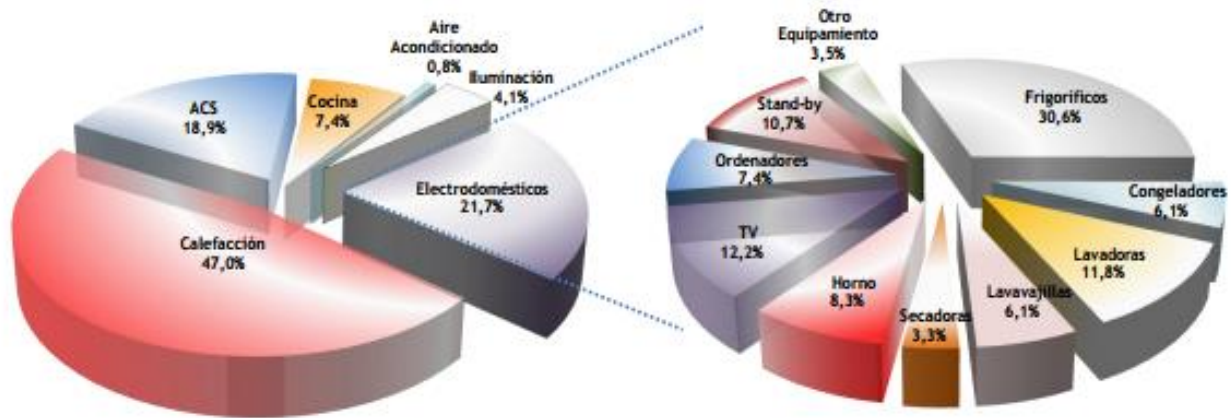


Figura 1 Estructura de consums segons l'ús energètic en els habitatges

Gracies als estudis anteriorment mostrats, s'observa la tendència del consum en els habitatges del estat, essent el major consum de l'energia final , en millorar el confort tèrmic del habitatge. Aquest fet es donat a causa de la poca importància que normalment se li dona al aspecte energètic en la construcció d'habitatges i edificis en general, tot i que la tendència va en sentit contrari.

Existeix un ampli col·lectiu d'habitatges amb problemes a l'envoltant tèrmica i a les seves instal·lacions (molt antigues i poc eficients). Per aquest motiu, és necessari plantejar mesures que contribueixin en la reducció d'aquesta demanda mitjançant un estudi energètic adequat a aquests edificis, i a la vegada cercar millores, sobretot en l'ús d'energies netes. Així doncs un control energètic sobre el sector de la construcció i els edificis existents és un dels passos per poder fer millores energètiques, que afavoriran l'entorn.



1.3. Objecte i camp d'aplicació

El present projecte té per objecte analitzar el comportament energètic de l'edificació d'una escola, juntament amb la comprovació del compliment o incompliment dels requisits mínims establerts al Codi Tècnic de l'Edificació (CTE) en el seu Document Bàsic d'Estalvi d'Energia (DB-HE). L'objectiu recau en la reducció del consum energètic, així com en la disminució de les emissions de CO₂ i contribuir en l'estalvi econòmic que se'n deriva de l'activitat del edifici.

Mitjançant aquest projecte, es pretén estudiar les possibles mesures que s'han de dur a terme en un edifici existent, per a redactar un projecte tècnic de renovació energètica del mateix sense modificar la configuració arquitectònica existent estudiant la seva viabilitat i amortització econòmica.

Per tal de garantir el compliment dels objectius que es plantegen, el projecte es regirà per les diferents normatives inherents. Tals normatives, fan referència al benestar de les persones que hi fan vida, l'estalvi i l'eficiència energètica de l'habitatge.

La zona climàtica del edifici en estudi és D3 ja que pertany a Puigverd de Lleida i la seva altitud és de 219 m per sobre del nivell del mar.

La part de recollida de dades tindrà lloc a través de les visites que s'hi duran a terme, per a analitzar les necessitats de l'edifici i realitzar l'auditoria energètica d'aquest.

Es pretén obtenir la certificació energètica, primer de l'edifici existent i posteriorment amb la intervenció aplicada, per a comprovar el grau de millora traduït en paràmetres objectius.

El projecte s'estructura en tres fases. La primera és l'auditoria energètica del col·legi CEIP Sant Jordi de Puigverd de Lleida. Seguidament es realitza un anàlisi dels resultats i estudi de les opcions de reducció de consums respecte la situació de partida.

Finalment, la proposta i la valoració d'accions més adequades mitjançant criteris econòmics i de sostenibilitat, i el desenvolupament de les mateixes. Per una part s'ha d'estudiar l'estat actual energètic de l'edifici, amb les seves característiques constructives existents i l'ús del mateix; i per l'altra estudiar propostes d'intervenció, adaptades a les necessitats dels propietaris.



El rendiment energètic té dues àrees d'intervenció, l'estudi de la demanda energètica mitjançant l'anàlisi de l'envoltant de l'edifici i en segon lloc l'estudi de les instal·lacions que disposa. Per a l'estudi de la demanda energètica de l'envoltant comprovarà, el càlcul de les transmissibilitats. D'altra banda, per a l'estudi de les instal·lacions el tema és molt més ampli, per aquest motiu es realitzarà una simple proposta d'intervenció.

En les possibilitats d'intervenció sobre edificis existents els paràmetres de la configuració arquitectònica de l'edifici i la orientació del mateix juguen un paper molt important, i en les actuacions de rehabilitació no es poden modificar, fet que limita de certa manera els resultats que es poden obtenir. Per tant, s'optimitzarà l'ús a efectes d'aconseguir una reducció del consum energètic així com de la factura energètica i la disminució d'emissions de gasos d'efecte hivernacle.



1.4. Abast de l'auditoria i dades del centre

En el present projecte s'ha realitzat una auditoria del tipus parcial, ja que es fa un anàlisi energètic d'una part del centre.

Cal remarcar que ha estat una auditoria on la presa de dades s'ha realitzat en un període curt de temps i en l'època estival, per tant les dades obtingudes fan referència a una època concreta de l'any i pot donar lloc a en resultats poc acurats o no realistes de la situació del edifici en altres èpoques de l'any.

L'objectiu principal del present projecte ha estat el de dur a terme la descripció de l'estat actual del edifici, així poder realitzar un mapa energètic del centre, les compres d'energia finals, els usos de l'energia útil i les pèrdues que es produeixen i observar si en els punts crítics és poden realitzar millores que facin l'edifici millor en termes d'eficiència energètica.

No s'han realitzat estudis de cap dels dos edificis existents dins de la mateixa parcel·la, que son la sala de calderes ni la caseta prefabricada, ja que no son tan antigues com la construcció principal, i d'altra banda, edificacions secundàries de menor importància.



Dades principals del centre auditat

Nom: CEIP Sant Jordi

Emplaçament: C/Lleida nº2 , 25153 Puigverd de Lleida, El Segrià

Qualificació del sòl: Sistema d'equipaments. Us educatiu

Ocupació màxima: 80%

Alçada reguladora: 10m(Pb+2p)

superfície Construïda: 906,16 m²

superfície Útil: 734,46 m²

Dades de l'autora del projecte

Nom de l'autor: Cristina Gimenez Peña

NIF: 48051681-N

Estudis: Grau en Enginyeria mecànica

Direcció: Carrer Rams número 14

C.P.: 25005

Telèfon: 699914973



1.5. Objectius

En el present projecte, s'ha realitzat una auditoria de tipus global, ja que inclou tot l'edifici complert.

L'auditoria esmentada es realitza a causa de l'antiguitat de l'edifici (any 1932 i reformes al 2004), on els materials que formen l'estructura i tancaments així com les instal·lacions son causants d'una despesa energètica i econòmica important. A més a més es detecta un possible problema en l'envoltant tèrmic a causa d'humitats i és una necessitat fer-hi un estudi energètic.

Els principals objectes d'estudi son els tancaments, buits, il·luminació i sistemes de calefacció i refrigeració, així com aquests influeixen en el consum energètic i econòmic del centre.

S'ha de tenir en compte en l'abast de l'auditoria, que la presa de dades ha estat realitzada dels següents sistemes:

- Envoltant tèrmic de l' edifici
- Finestres i portes
- Consum elèctric així com la xarxa elèctrica
- Il·luminació
- Màquina de calefacció



1.6. Antecedents

L'edifici en estudi es tracta d'un edifici públic, en concret l'escola del poble situat a la població de Puigverd de Lleida, província de Lleida. L'escola es divideix en 3 zones, la zona antiga on es troben la majoria de les aules, la zona ampliada on es troba la cuina i el menjador i la zona prefabricada on es situen aules.

L'edifici es troba ubicat en C/Lleida nº2 , 25153 Puigverd de Lleida, El Segrià.

En la figura 6 s'observa la seva ubicació i orientació.



Nord

Figura 2 Situació de l'escola CEIP Sant Jordi de Puigverd de Lleida.

L'edifici en qüestió data al voltant del 1932 i inicialment va ser construït per donar-li un ús d'habitatge, però anys posterior es va disposar per a ús formatiu. Aquest fet i el mal estat de les instal·lacions (passives i actives) van fer que es realitzessin una reforma i una ampliació.

L'ampliació consta de dues plantes i un soterrani d'una superfície en planta baixa de 80,34 m² destinada al menjador i la cuina , en planta primera de 82,27 m² destinada a aules i en soterrani 76,57 m² destinats a magatzem.

Per el que fa a la reforma l'únic que afecta al edifici en estudi van ser la redistribució d'espai de les aules i el canvi de les instal·lacions, ja que es va desplaçar la sala de màquines a un edifici extern.



La superfície que pertany a l'escola es divideix en quatre zones, la edificada amb l'edifici aïllat, la caseta prefabricada on s'ubiquen aules, la caseta de nova construcció on s'ubica la sala de calderes i el pati on hi ha un camp de futbol i parc infantil.

L'edifici d'estudi (edifici aïllat) consta de dues plantes i soterrani en la part reformada, situat en una parcel·la de 1988 m², una planta baixa amb una superfície de 329,95 m², la primera planta de 303,46 m² i el soterrani de 76,57 m².

La planta baixa esta composta d'un accés, un passadís distribuïdor que dona entrada a 5 aules, 3 lavabos, un magatzem i el menjador de l'escola, una cuina per on s'accedeix a un magatzem i un lavabo de servei.

En totes i cadascuna de les aules hi ha possibilitat de ventilació i llum natural excepte en un lavabo i un magatzem.

A la primera planta es pot accedir per dues escales, una situada en l'accés de la planta baixa i l'altra entre l'edifici original i l'ampliació. Aquesta planta esta composta per 7 aules amb diverses funcions, un vestíbul i passadís distribuïdor de les aules, 3 lavabos i un magatzem per l'equip informàtic.

Com en la planta baixa, en aquest cas en totes les aules hi ha la possibilitat de ventilació i llum natural excepte en el magatzem d'informàtica.

Totes les característiques en quant a distribució i superfícies esmentades anteriorment es troben detallades en els plànols 2 i 3.

Per el que fa a les alçades dels edificis el soterrani té una alçada de 1,9 m, la planta baixa de 3,9 m i la planta primera de 2,7 m.

A continuació en les figures 3,4 ,5 i 6 s'esposen les fotografies de les façanes del edifici en estudi.



Figura 3 Façana Nord-Oest Escola CEIP Sant Jordi



Figura 4 Façana Sud-Oest Escola CEIP Sant Jordi



Figura 5 Façana Nord-Est Escola CEIP Sant Jordi



Figura 6 Façana Sud-Est Escola CEIP Sant Jordi



Pel que fa a la coberta, aquesta es separa en dues, ja que la construcció de la part ampliada fa que sigui diferent de la part antiga de l'edificació.

Així doncs l'edifici on es situa la part més antiga compta amb una coberta inclinada de teula àrab i revestiment exterior d'arrebossat pintat. La coberta de la part ampliada és plana no transitable acabada amb grava amb pendent 1%.

Els forjats de l'edifici al igual que les cobertes es separen en dues, els forjats de la part ampliada i els de la part antiga. Pel que fa al forjat de la part ampliada aquest, està format semi biguetes pre-tensades amb forjat unidireccional.

Les parets exteriors de la part ampliada, estan formades per maó calat de 13 cm de gruix amb revestiment monocapa aïllament tèrmic i full interior de maó calat de 13 cm de gruix amb revestiment de guix pintat. Les de la part antiga estan formades per materials tradicionals "gero" de 10 cm amb morter M-40-A, amb una amplada de 50 cm de gruix.

I per últim el paviment de tot l'edifici està compost per tres tipologies, el situat en la cuina i ampliació paviment de terratzo micro-gra 40x40 cm, el situat en lavabos paviment pintat al plàstic.



1.7. Metodologia

Per el que fa a la metodologia emprada en la presa de dades cal remarcar que aquesta s'ha realitzat en un període curt i en l'època d'estiu, concretament la presa de dades es va realitzar durant 3 visites en les setmanes del 17 i 31 de Juliol de 2017 i una visita en la setmana del 16 al 22 d'octubre.

L'origen de les dades s'han extret de les visites, mitjançant els aparells mostrats en les figures 7, 8, 9 i 10 i la metodologia esmentada a continuació per a cada aparell.

Luxímetre

Serveix per mesurar la il·luminació en lux sobre una superfície o a una distància determinada, és a dir, mesurar el nivell d'il·luminació. És un aparell senzill format per un analitzador i una sonda fotosensible.

La metodologia emprada ha estat la descrita en el codi tècnic de l'edificació (document DBHE-3). Com a breu resum s'exposa a continuació.

1. Calcular índex del local mitjançant la fórmula:

$$\frac{L \cdot A}{H \cdot (L + A)}$$

On: L= Longitud del local

A=Amplada del local

H=Distància del pla de treball a les lluminàries

Dada que fixa la quantitat de mesures per habitació que s'han de realitzar en cada habitació.

2. Realitzar mesures.

3. Realitzar mitjana per fer la comparativa amb la normativa vigent.



Figura 7 Fotografia del aparell de mesura lumínica luxímetre.



Càmera tèrmica

La termografia és una tècnica que permet mesurar temperatures exactes a distància i sense necessitat d'estar en contacte amb l'objecte a estudiar. Mitjançant la captació de la radiació infraroja de l'espectre electromagnètic, utilitzant càmeres tèrmiques o de termo-visió, es pot convertir l'energia radiada en informació sobre temperatura.

Així doncs en el cas a estudiar s'han realitzat fotografies de cada estància de l'escola, mitjançant la càmera tèrmica (figura 8), per tal de captar anomalies en els punts crítics, que son finestres i portes, forjats, humitats i punts de calor (endolls).

L'aparell amb el qual es realitza aquesta tècnica és la càmera termo-gràfica que serveix per mesurar la radiació infraroja, és a dir, és un eina que a través d'imatges fa visible la radiació de calor (llum infraroja) d'un objecte que és invisible a l'ull humà. Es tracta d'una mena de cambra, que al contrari de les digitals normals que capturen la radiació de llum visible, les càmeres termo-gràfiques capturen i mesuren la radiació infraroja, i converteix les dades en imatges on cada color representa una temperatura superficial. Gràcies a aquesta tecnologia es pot visualitzar i analitzar patrons de temperatura. A partir de les imatges obtingudes es pot analitzar processos en què es generin diferències de temperatures superficials com poden ser ponts tèrmics, humitats i floridures, discontinuïtats de l'aïllament tèrmic o infiltracions d'aire en l'envoltant tèrmica de l'edifici, o bé pèrdues de calor o fred en conductes, fuites d'aigua o de vapor, instal·lacions elèctriques, etc. per tant, s'utilitza tant per inspeccionar tant l'envoltant tèrmica de l'edifici com per a les instal·lacions.



Figura 8 Càmera tèrmica, marca Testo, utilitzada per la present auditoria.
Font.combutec



Termo-higròmetre

El termo-higròmetre és un instrument que permet mesurar les temperatures i humitats del ambient.

Així doncs les mesures que s'han realitzat per mesurar temperatura i humitat de cada aula han estat mitjançant el termo-higròmetre (figura 9). El procediment de les mesures va estar en següent:

- 1- Escollir la quantitat de punts de cada aula, en aquest cas 2 per aula.
- 2- Realitzar les mesures.
- 3- Apuntar resultats.
- 4- Calcular la mitjana de les mesures de cada habitació.



Figura 9 Aparell mesurador d'humitat i temperatura juntament amb la sonda necessària per realitzar les mesures. Font Testo

Analitzador de xarxa elèctrica

La Qualitat Elèctrica és un indicador del nivell d'adequació de la instal·lació per suportar i garantir un bon funcionament de les seves càrregues.

Les mesures consten de incorporar l'analitzador a la ret elèctrica, que es mostra en la figura 10, durant un període d'una setmana per tal de tenir una visió del comportament del subministrament elèctric.

L'analitzador de xarxes és un instrument de mesura que obté els diferents paràmetres elèctrics d'una xarxa de baixa tensió. Els paràmetres elèctrics principals són la intensitat, el voltatge, la potència activa i reactiva, entre d'altres. L'analitzador també pot proporcionar informació per determinar la qualitat elèctrica de la xarxa que s'està analitzant.

En la figura 10 s'observa l'analitzador de xarxes i l'esquema per tal de ser instal·lat.

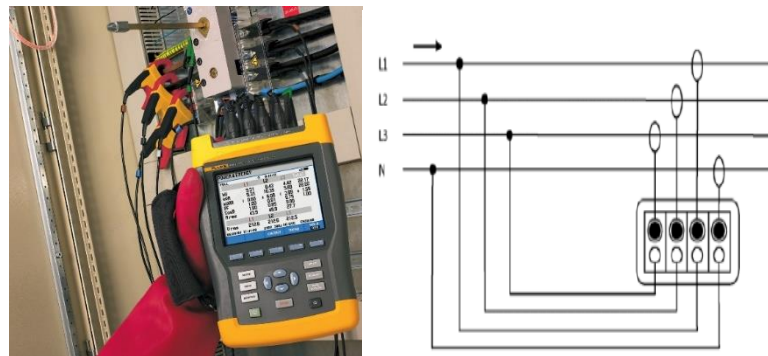


Figura 10 Analitzador de la ret elèctrica i la seva instal·lació esquemàtica. Font Testo



1.8. Normes per consultes i referències

Actualment, s'està desenvolupant un gran nombre de lleis i de normativa de caire energètic, tant pel que es refereix a eficiència energètica com a diversificació energètica. L'única norma referida a la realització d'auditories energètiques és la:

Norma UNE 216501. "Auditorías energéticas. Requisitos", aprovada l'octubre de 2009, que defineix la metodologia que s'ha de seguir per a realitzar una auditoria energètica.

Altres normatives i legislació que pot ser útil que conegui l'auditor energètic són les següents:

- Norma UNE-EN ISO 50.001 Sistemes de gestió de l'energia. Requisits amb orientació per al seu ús. Aprovada el mes de juny de 2011.
- RITE: Reial decret 1027/2007, de 20 de juliol, pel qual s'aprova el Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques als Edificis. («BOE» 207, de 29-8-2007).
- CTE: Reial decret 314/2006, de 17 de març, pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació.
- Directiva IPPC: Directiva 2008/1/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 15 de gener de 2008, relativa a la prevenció i al control integrats de la contaminació.
- Directiva 2006/32 CE de 5 d'abril sobre l'eficiència de l'ús final de l'energia i els serveis energètics, per la qual es deroga la Directiva 96/73 CEE del Consell. A l'Annex VIII. Fonts documentals, s'hi pot trobar bibliografia i pàgines web amb amplis continguts legislatius.

1.8.1. Programes de càlcul

- Autocad
- Excel
- CE3x
- DiaLux



1.8.2. Web grafia

- <http://cte-web.iccl.es>
- <http://www.aenor.es>
- <http://www.idae.es>
- icaen.gencat.cat/es
- <http://www.ine.es>
- <http://www.cricyt.edu.ar/lahv/pruebas/conductancia/principal.htm?limpiar=limpiar>
- <http://www.generadordeprecios.info/>



1.9. Requisits de disseny

1.9.1. Requisits generals

L'estudi d'auditoria energètica que es realitza en l'edifici de l'escola CEIP Sant Jordi de Puigverd de Lleida ha de servir per tal d'obtenir una fotografia de l'estat actual d'aquest, en termes energètics i tècnics per valorar posteriorment les fallades i proposar millores per les mateixes.

Les parts sotmeses a estudi son principalment les instal·lacions d'il·luminació, clima, electricitat per millorar-les o reemplaçar-les, i també l'estructura de l'edifici per detectar possibles ponts tèrmics o desperfectes en la seva construcció.

Les solucions i millores a les quals s'arriba pretenen, generar un estalvi energètic i econòmic respecte l'estat actual de l'edifici. Tot i així, aquestes millores també es proposen prioritant el confort dels ocupants del local en tot moment.

Totes les mesures es duren a terme respectant i garantint el compliment de les lleis vigents, en aquest cas el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE) i el Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en Edificis (RITE).



1.9.2. Descripció de l'edifici

Dimensions de l'edifici

Taula 2 Característiques dimensionals Edifici CEIP Sant Jordi Puigverd de Lleida

Soterrani	(m ²)	ús
Accés	18,56	Zona de pas
Sala 1	40,8	Magatzem
Sala 2	20,62	Magatzem
Sala 3	15,15	Magatzem
Total	76,57	-

Planta baixa	(m ²)	ús
Accés 1	9,68	Zona de pas
Accés 2 i escala	26,11	Zona de pas
Escala	9,82	Zona de pas
Passadís	34,28	Zona de pas
Secretaria	19,18	Oficines
Magatzem	3,12	Magatzem
Aula P3	29,52	Oficines
Aula P4-P5	40,03	Classes
Aula petit grup	17,64	Classes
Aula 3	43,49	Aula d'activitats
Servei	4,08	Sanitari
Servei nens	6,02	Sanitari
Servei nenes	6,64	Sanitari
Servei cuina	2,8	Sanitari
Cuina	15	Servei de cuina
Accés cuina	2,31	Zona de pas i Magatzem
Espai menjador	60,23	Menjador
Total	329,95	-



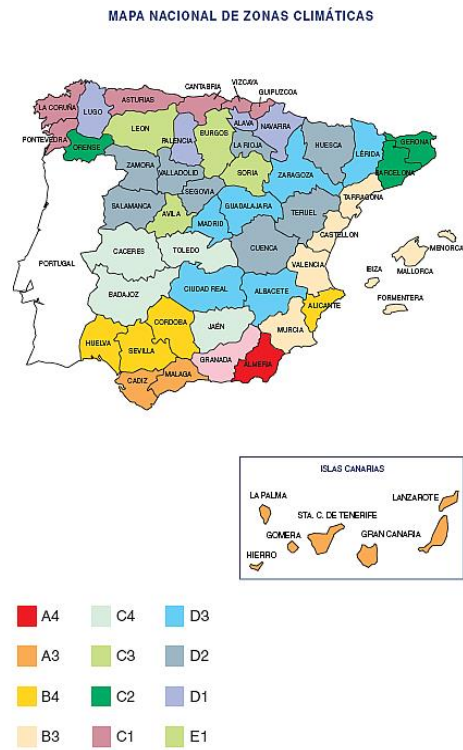
Planta primera	(m²)	ús
Passadís	38,32	Zona de pas
Magatzem	3,12	Magatzem
Biblioteca-Vídeo	29,52	Classes
Accés 3	14,26	Zona de pas
Aula 1	38,94	Classes
Aula música	17,64	Classes
Ordinadors	19,18	Classes
Aula 2	43,48	Classes
Aula 3	42,31	Classes
Aula 4	39,96	Classes
Servei nens	6,01	Sanitari
Servei nenes	6,64	Sanitari
Servei	4,08	Sanitari
Total	303,46	-

1.9.3. Dades climàtiques

El centre auditat es troba en zona climàtica D3 i per tenir una idea de com és la climatologia de la zona en es mostren els historials climàtics dels anys 2013,2014 i 2015.

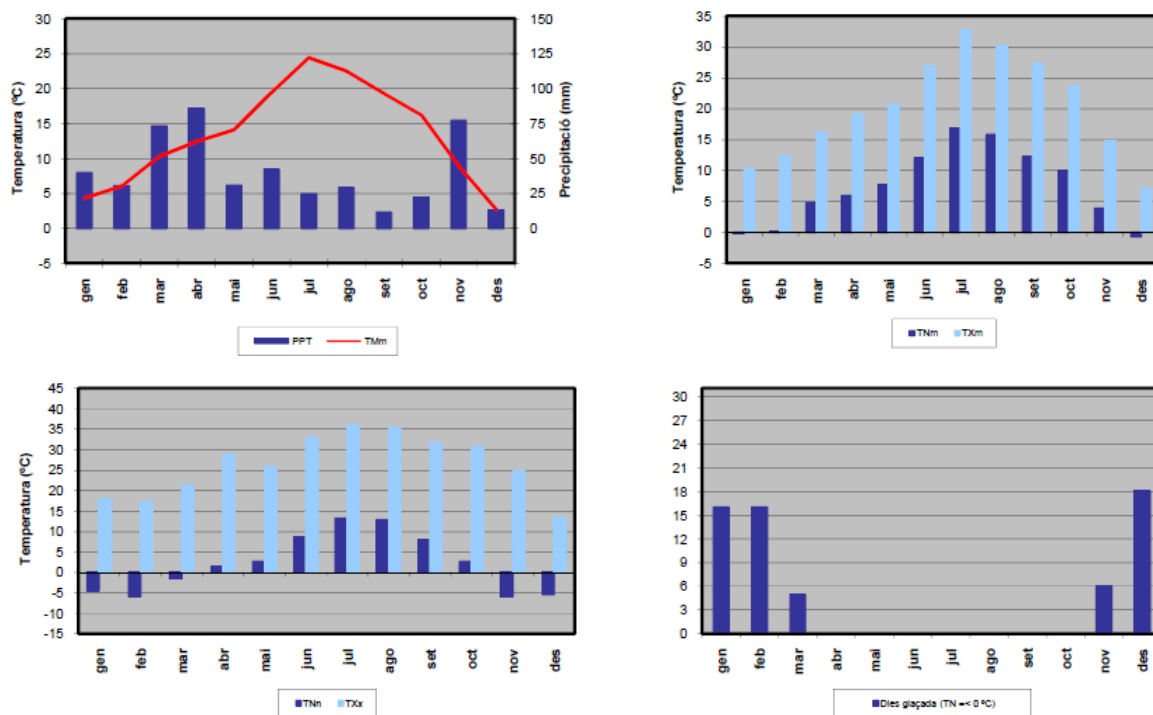


Figura 11 Justificació de la zona climàtica





Any 2013

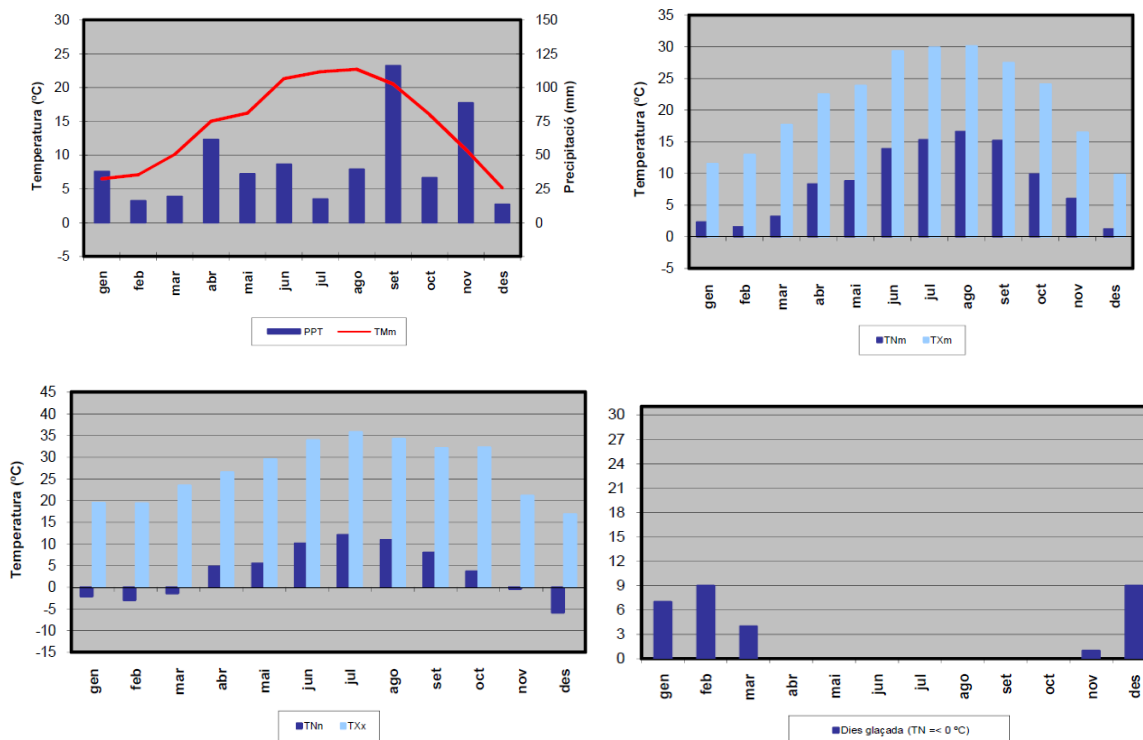


Resum any 2013	Precipitació acumulada (PPT):	479,1 mm
	Temperatura mitjana (TMM):	13,4 °C
	Temperatura màxima mitjana (TXM):	20,2 °C
	Temperatura mínima mitjana (TNM):	7,4 °C
	Temperatura màxima absoluta (TXX):	36,1 °C
	Temperatura mínima absoluta (TNN):	-5,9 °C
	Velocitat mitjana del vent (a 2 m):	1,3 m/s
	Direcció dominant (a 2 m):	W
	Humitat relativa mitjana:	69 %
	Mitjana de la irradiació solar global diària:	s/s

Figura 12 Resum climatològic any 2013 Puigverd de Lleida



Any 2014

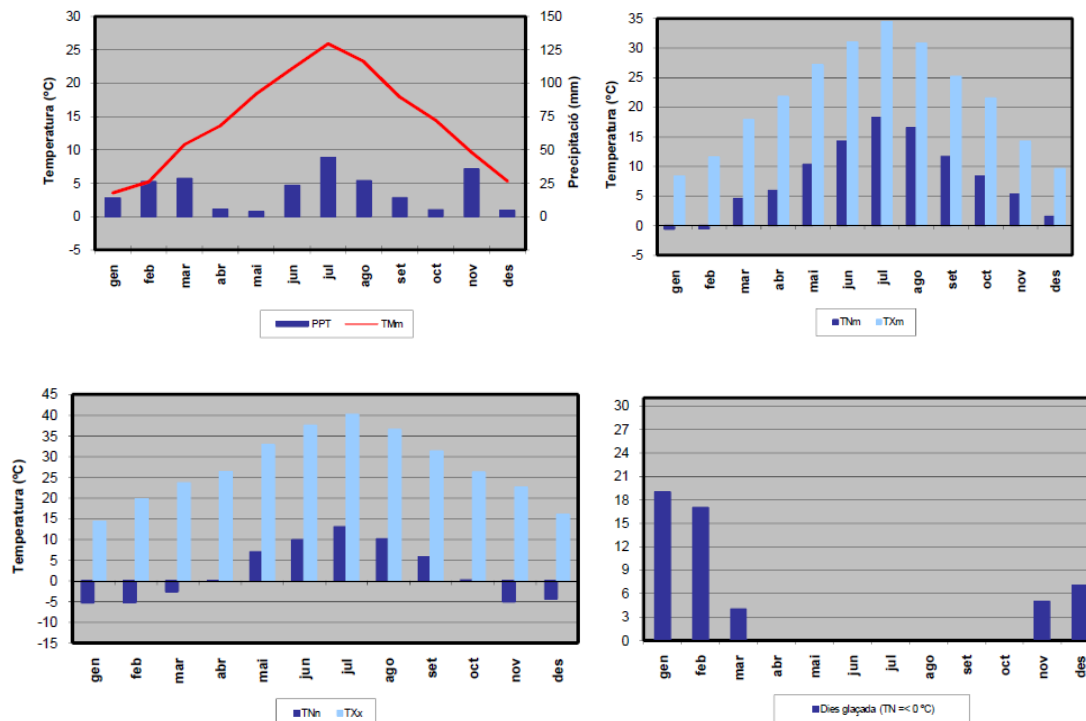


Resum any 2014	Precipitació acumulada (PPT):	522,4 mm
	Temperatura mitjana (TMM):	14,5 °C
	Temperatura màxima mitjana (TXM):	21,4 °C
	Temperatura mínima mitjana (TNM):	8,6 °C
	Temperatura màxima absoluta (TXX):	35,8 °C
	Temperatura mínima absoluta (TNN):	-5,9 °C
	Velocitat mitjana del vent (a 2 m):	1,3 m/s
	Direcció dominant (a 2 m):	SW
	Humitat relativa mitjana:	70 %
	Mitjana de la irradiació solar global diària:	s/s

Figura 13 Resum climatològic any 2014 Puigverd de Lleida



Any 2015



Resum any 2015	Precipitació acumulada (PPT):	230,1 mm
	Temperatura mitjana (TMM):	14,2 °C
	Temperatura màxima mitjana (TXM):	21,2 °C
	Temperatura mínima mitjana (TNM):	8,0 °C
	Temperatura màxima absoluta (TXX):	40,2 °C
	Temperatura mínima absoluta (TNN):	-5,3 °C
	Velocitat mitjana del vent (a 2 m):	1,3 m/s
	Direcció dominant (a 2 m):	SW
	Humitat relativa mitjana:	67 %
	Mitjana de la irradiació solar global diària:	s/s

Figura 14 Resum climatològic any 2015 Puigverd de Lleida



1.9.4. Zona climàtica

Sabent que el poble de Puigverd de Lleida forma part de la província de Lleida i es troba a una altitud sobre el nivell del mar de 219 m, es pot trobar la zona climàtica a la qual pertany segons el CTE, en aquest cas correspon a la zona denominada D3, tal com es mostra a la figura 15.

Zonas climáticas Península Ibérica																		
Capital	Z.C.	Altitud	A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1	C4	C3	C2	C1	D3	D2	D1	E1
Albacete	D3	677										h < 450			h < 950			h ≥ 950
Alicante/Alacant	B4	7					h < 250					h < 700			h ≥ 700			
Almería	A4	0	h < 100				h < 250	h < 400				h < 800			h ≥ 800			
Ávila	E1	1054														h < 550	h < 850	h ≥ 850
Badajoz	C4	168									h < 400	h < 450			h ≥ 450			
Barcelona	C2	1											h < 250			h < 450	h < 750	h ≥ 750
Bilbao/Bilbo	C1	214												h < 250			h ≥ 250	
Burgos	E1	861															h < 600	h ≥ 600
Cáceres	C4	385									h < 600				h < 1050			h ≥ 1050
Cádiz	A3	0		h < 150				h < 450				h < 600	h < 850			h ≥ 850		
Castellón/Castelló	B3	18						h < 50				h < 500			h < 600	h < 1000		h ≥ 1000
Ceuta	B3	0						h < 50										
Ciudad Real	D3	630									h < 450	h < 500			h ≥ 500			
Córdoba	B4	113					h < 150				h < 550				h ≥ 550			
Coruña, La/ A Coruña	C1	0												h < 200			h ≥ 200	
Cuenca	D2	975													h < 800	h < 1050		h ≥ 1050
Gerona/Girona	D2	143										h < 100				h < 600		h ≥ 600
Granada	C3	754	h < 50				h < 350				h < 600	h < 800			h < 1300			h ≥ 1300
Guadalajara	D3	708													h < 950	h < 1000		h ≥ 1000
Huelva	A4	50	h < 50				h < 150	h < 350				h < 800			h ≥ 800			
Huesca	D2	492										h < 200			h < 400	h < 700		h ≥ 700
Jaén	C4	496					h < 350				h < 750				h < 1250			h ≥ 1250
Lugo	C1	246																h < 1250
Lérida/Lleida	D3	131										h < 100			h < 600			h ≥ 600
Logroño	D2	379											h < 200			h < 700		h ≥ 700
Lugo	D1	412															h < 500	h ≥ 500
Madrid	D3	589										h < 500			h < 950	h < 1000		h ≥ 1000

Figura 15 Zona climàtica .Font: CTE



1.9.5. Il·luminació interior

En primer lloc s'ha realitzat una breu descripció dels models i les característiques teòriques donades pel/la fabricant de les lluminàries instal·lades en l'edifici i una comparativa amb el que realment es consumeix en il·luminació d'acord al que determinen les factures analitzades.

- Planta baixa

Taula 3 Potència dels models de lluminària instal·lada en la planta baixa de l'escola

Model	Número	Potencia
Lluminària fluorescent 2x36W estanca IP65	10	720
Lluminària fluorescent 2x58W estanca IP54	8	928
Down light fluorescent 2x26W	4	208
Lluminària fluorescent 2x58W amb beina de protecció	23	2668
Lluminària fluorescent 1x18W amb beina de protecció	1	18
Enllumenat d'emergència 1x11	17	187
Total		4729 W

- Primera planta

Taula 4 Potència dels models de lluminària instal·lada en la planta primera de l'escola

Model	Número	Potencia
Lluminària fluorescent 2x58W de superfície	42	4872
Enllumenat d'emergència 1x11W	15	165
Down light encastrat 1x18W	6	108
Lluminària fluorescent 2x58W estanca	2	232
Total		5377 W

Les característiques lumíniques que proporcionen els models anteriorment descrits es presenten en taules, on es mostra l'índex del local i per tant els punts de mesura en la luxi-metria, segons la guia de l'ICAEN, la mitjana lumínica de cada espai, l'activitat que es realitza en la mateixa i per últim el que exigeix la normativa, per tant es té una visió completa de l'estat actual de la instal·lació lumínica actual.

A més a més s'han realitzat les mesures en tres estats diferents per observar totes les possibles situacions en que es troba la instal·lació, que son:



- **Dia (llum natural):** On s'avaluen les condicions lumíniques quan només actua la llum natural en l'habitació.
- **Combinació nit-dia:** On s'avaluen les condicions lumíniques quan actua la llum natural i la llum artificial en l'habitació.
- **Nit (llum artificial):** On s'avaluen les condicions lumíniques quan només actua la llum artificial en l'habitació.

En les taules 5,6,7,8,9 i 10 es mostren els resultats obtinguts en les mesures dutes a terme d'acord als tres diferents modes en totes les dependències de l'edifici.

Planta baixa

Dia (llum natural)

Taula 5 Dades lumíniques de les aules de planta baixa en condicions on només actua la llum natural.

Aules	Índex del local $K = \frac{l \cdot a}{h \cdot (a+l)}$	Activitat	Mitjana lumínica (Lux)	Nivells mínims segons activitat (lux)
Aula P4-P5	0,93	Aules	308,75	300
Aula Petit grup	0,645	Aules	205	300
Secretaria	0,63	Sala professores	246	300
Aula 3	1,03	Sales esportives	339	300
Aula P3	0,88	Sala professores	375	300
Magatzem	0,3	Magatzem material	-	100
Servei	0,29	Servei	-	200
Servei nenes	0,43	Servei	767	200
Servei nens	0,45	Servei	1074	200
Accés 2 i escala	0,9	Halls entrada i escales	551	200/150
Accés 1 i escala	0,67	Halls entrada i escales	714	200/150
Espai polivalent	1,14	Cantina escolar	400	200
Cuina	0,6	Cuina	1901	500
Servei cuina	0,29	Servei	-	200
Accés	0,27	Halls	564	200
Vestíbuls i passadís	0,849	Àrea de circulació i passadissos	17	100



Combinació nit-dia

Taula 6 Dades lumíniques de les aules de planta baixa en condicions on actua la llum natural i la donada per les lluminàries.

Aules	Índex del local $K = \frac{l \cdot a}{h \cdot (a+l)}$	Activitat	Mitjana lumínica (Lux)	Nivells mínims segons activitat (lux)
Aula P4-P5	0,93	Aules	652	300
Aula Petit grup	0,645	Aules	546	300
Secretaria	0,63	Sala professores	450	300
Aula 3	1,03	Sales esportives	596	300
Aula P3	0,88	Sala professores	595	300
Magatzem	0,3	Magatzem material	-	100
Servei	0,29	Servei	-	200
Servei nenes	0,43	Servei	962	200
Servei nens	0,45	Servei	1275	200
Accés 2 i escala	0,9	Halls entrada i escales	859,5	200/150
Accés 1 i escala	0,67	Halls entrada i escales	866,75	200/150
Espai polivalent	1,14	Cantina escolar	800	200
Cuina	0,6	Cuina	1985	500
Servei cuina	0,29	Servei	-	200
Accés	0,27	Halls	681	200
Vestíbuls i passadís	0,849	Àrea de circulació i passadissos	276	100



Nit (llum artificial)

Taula 7 Dades lumíniques de les aules de planta baixa en condicions on només actua la llum donada per les lluminàries.

Aules	Índex del local $K = \frac{l \cdot a}{h \cdot (a + l)}$	Activitat	Mitjana lumínica (Lux)	Nivells mínims segons activitat (lux)
Aula P4-P5	0,93	Aules	324	300
Aula Petit grup	0,645	Aules	395	300
Secretaria	0,63	Sala professores	230	300
Aula 3	1,03	Sales esportives	244	300
Aula P3	0,88	Sala professores	363	300
Magatzem	0,3	Magatzem material	175	100
Servei	0,29	Servei	282	200
Servei nenes	0,43	Servei	119	200
Servei nens	0,45	Servei	112	200
Accés 2 i escala	0,9	Halls entrada i escales	-	200/150
Accés 1 i escala	0,67	Halls entrada i escales	-	200/150
Espai polivalent	1,14	Cantina escolar	432	200
Cuina	0,6	Cuina	205	500
Servei cuina	0,29	Servei	66	200
Accés	0,27	Halls	-	200
Vestíbuls i passadís	0,849	Àrea de circulació i passadissos	335	100



Planta primera

- Dia (llum natural)

Taula 8 Dades lumíniques de les aules de planta primera en condicions on només actua la llum natural.

Aules	Índex del local $K = \frac{l \cdot a}{h \cdot (a+l)}$	Activitat	Mitjana lumínica (lux)	Nivells mínims segons activitat
Aula 1	1,38	Aules	558	300
Aula música	0,73	Aules pràctiques música	838	300
Ordinadors	0,89	Aules pràctiques informàtica	664	300
Aula 2	1,44	Aules	482	300
Biblioteca-Vídeo	1,14	Aules	1777	300
Magatzem i neteja	0,36	Magatzem material		100
Servei	0,52	Servei	64	200
Servei nenes	0,72	Servei	1314	200
Servei nens	0,68	Servei	957	200
Aula 3	1,41	Aules	1055	300
Aula 4	1,37	Aules	905	300
Vestíbuls i passadís	2,32	Àrea de circulació i passadissos	420	100



- Combinació Dia-Nit

Taula 9 Dades lumíniques de les aules de planta primera en condicions on actua la llum natural i la donada per les lluminàries

Aules	Índex del local $K = \frac{l \cdot a}{h \cdot (a+l)}$	Activitat	Mitjana lumínica (lux)	Nivells mínims segons activitat
Aula 1	1,38	Aules	894	300
Aula música	0,73	Aules pràctiques música	981	300
Ordinadors	0,89	Aules pràctiques informàtica	950	300
Aula 2	1,44	Aules	1042	300
Biblioteca-Vídeo	1,14	Aules	2223	300
Magatzem i neteja	0,36	Magatzem material	-	100
Servei	0,52	Servei	168	200
Servei nenes	0,72	Servei	1537	200
Servei nens	0,68	Servei	1236	200
Aula 3	1,41	Aules	1269	300
Aula 4	1,37	Aules	1614	300
Vestíbuls i passadís	2,32	Àrea de circulació i passadissos	778	100



- Nit(Ilum artificial)

Taula 10 Dades lumíniques de les aules de planta primera en condicions on actua la llum donada per les lluminàries.

Aules	Índex del local $K = \frac{l \cdot a}{h \cdot (a+l)}$	Activitat	Mitjana lumínica (lux)	Nivells mínims segons activitat
Aula 1	1,38	Aules	339	300
Aula música	0,73	Aules pràctiques música	182	300
Ordinadors	0,89	Aules pràctiques informàtica	290	300
Aula 2	1,44	Aules	462	300
Biblioteca-Vídeo	1,14	Aules	314	300
Magatzem neteja i	0,36	Magatzem material	165	100
Servei	0,52	Servei	-	200
Servei nenes	0,72	Servei	67	200
Servei nens	0,68	Servei	160	200
Aula 3	1,41	Aules	500	300
Aula 4	1,37	Aules	565	300
Vestíbuls passadís i	2,32	Àrea de circulació i passadissos	-	100

Cal remarcar que en els espais on no hi ha dades de mesura, ha estat per la impossibilitat de mesurar-les a causa de les condicions del dia en que es van realitzar.



1.9.6. Envoltant tèrmic

1.9.6.1. Tancament, particions interiors, terra i coberta

A continuació i un a un es definiran els tancaments, particions interiors, terra i coberta de l'edifici en estudi, mostrant totes les característiques juntament amb la fotografia i el límit corresponent a la transmitància tèrmica admissible en murs d'acord al codi tècnic de l'edificació i en concret en la taula 11.

Taula 11 Transmitància tèrmica límit de façana, quan delimitin unitats del mateix ús.

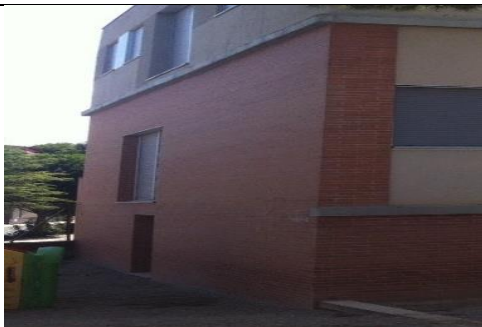
D.2.15 ZONA CLIMÀTICA D3

Transmitància límit de murs de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	$U_{Mlim}: 0,66 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitància límit de suelos	$U_{Slim}: 0,49 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitància límit de cubiertas	$U_{Clim}: 0,38 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Factor solar modificado límit de lucernarios	$F_{Lim}: 0,28$


% de huecos	Transmitància límit de huecos $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \text{ K}$				Factor solar modificado límit de huecos F_{Hlim}					
	N/NE/NO	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Media, alta o muy alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5	2,9	3,5	3,5	-	-	-	0,54	-	0,57
de 31 a 40	2,2	2,6	3,4	3,4	-	-	-	0,42	0,58	0,45
de 41 a 50	2,1	2,5	3,2	3,2	0,50	-	0,53	0,35	0,49	0,37
de 51 a 60	1,9	2,3	3,0	3,0	0,42	0,61	0,46	0,30	0,43	0,32




Taula 12 Característiques principals murs façana Nord-Oest

Mur exterior 1.1		Fotografia
Orientació	Nord-Oest	
Transmitància Tèrmica (W/m²·°K)	0,46	
Límit	0,66	
m²	84,25	
Composició	Maó calat de 13 cm de guix amb revestiment monocapa acabat “cara vista” aïllament tèrmic i full interior de maó calat de 13 cm de guix amb revestiment de guix pintat	


Taula 13 Característiques principals murs façana Nord-Oest

Mur exterior 1.2.1		Fotografia
Orientació	Nord-Oest	
Transmitància Tèrmica (W/m²·°K)	0,59	
m²	35,5	
Límit	0,66	
Composició	Exterior de maó calat de 13 cm de guix amb aïllament monocapa i revestiment arrebossat, remolinat i pintat. Part maó calat 13 cm acabat interior enguixat i pintat.	

Taula 14 Característiques principals murs façana Nord-Oest


Mur exterior 1.2.2		Fotografia
Orientació	Nord-Oest	
Transmitància Tèrmica (W/m²·°K)	0,81	
Límit	0,66	
m²	3	
Composició	Exterior de maó calat de 13 cm de gruix amb aïllament tèrmic de poliestirè extruït de 4 cm i revestiment amb xapa metàl·lica. Part maó calat 13 cm acabat interior enguixat i pintat	

Taula 15 Característiques principals murs façana Nord-Oest


Mur exterior 1.2.3			Fotografia
Orientació		Nord-Oest	
Transmitància Tèrmica		0,79	
(W/m²·°K)			
Límit		0,66	
m²		9,25	
Composició		Exterior de maó calat de 13 cm de gruix amb aïllament tèrmic de poliestirè extruït de 4 cm i revestiment arrebossat, esquerdat i pintat. Part maó calat 13 cm acabat interior enguixat i pintat	



Taula 16 Característiques principals murs façana Sud-Oest.


Mur exterior 2.1		Fotografia
Orientació	Sud-Oest	
Transmitància Tèrmica (W/m²·°K)	0,73	
Límit	0,66	
m²	133,7	
Composició	Maó “gero” de 10 cm amb morter M-40-A , amb una amplada de 50 cm de gruix acabat exterior arrebossat, arremolinat i pintat i acabat interior enlucit i pintat.	

Taula 17 Característiques principals murs façana Nord-Oest, part inferior.


Mur exterior 2.2		Fotografia
Orientació	Sud-Oest	
Transmitància Tèrmica (W/m²·°K)	1,52	
m²	10,3	
Límit	0,66	
Composició	Pedra amb morter i acabat interior enguixat i pintat.	




Taula 18 Característiques principals murs façana Sud-Oest

Mur exterior 2.3.1		Fotografia
Orientació	Sud-Oest	
Transmitància Tèrmica (W/m²·°K)	0,59	
Límit	0,66	
m²	12,3	
Composició	Exterior de maó calat de 13 cm de gruix amb aïllament monocapa i revestiment arrebossat, remolinat i pintat. Part maó calat 13 cm acabat interior enguixat i pintat.	


Taula 19 Característiques principals murs façana Sud-Oest.

Mur exterior 2.3.2		Fotografia
Orientació	Sud-Oest	
Transmitància Tèrmica (W/m²·°K)	0,81	
m²	1,04	
Límit	0,66	
Composició	Exterior de maó calat de 13 cm de gruix amb aïllament monocapa i revestiment amb xapa. Part maó calat 13 cm acabat interior enguixat i pintat.	

Taula 20 Característiques principals murs façana Sud-Oest.


Mur exterior 2.4		Fotografia
Orientació	Sud-Oest	
Transmitància Tèrmica (W/m²·°K)	0,79	
Límit	0,66	
m²	30,72	
Composició	Exterior de maó calat de 13 cm de gruix amb aïllament tèrmic de poliestirè extruït de 4 cm i revestiment arrebossat, remolinat i pintat. Part maó calat 13 cm acabat interior enguixat i pintat	

Taula 21 Característiques principals murs façana Sud-Est.


Mur exterior 3.1		Fotografia
Orientació	Sud-Est	
Transmitància Tèrmica (W/m²·°K)	0,73	
Límit	0,66	
m²	100,11	
Composició	Maó “gero” de 10 cm amb morter M-40-A , amb una amplada de 50 cm de gruix acabat exterior arrebossat, arremolinat i pintat i acabat interior enguixat i pintat.	




Taula 22 Característiques principals murs façana Sud-Est

Mur exterior 3.2		Fotografia
Orientació	Sud-Est	
Transmitància Tèrmica (W/m²·°K)	1,52	
Límit	0,66	
m²	6	
Composició	Pedra amb morter i acabat interior enguixat i pintat.	

Taula 23 Característiques principals murs façana Nord-Est


Mur 4.1		Fotografia
Orientació	Nord-Est	
Transmitància Tèrmica (W/m²·°K)	0,73	
Límit	0,66	
m²	69,35	
Composició	Maó “gero” de 10 cm amb morter M-40-A , amb una amplada de 50 cm de gruix acabat exterior arrebossat, arremolinat i pintat i acabat interior enguixat i pintat.	

Taula 24 Característiques principals murs façana Nord-Est

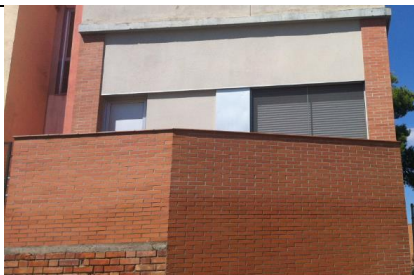
Mur 4.2		Fotografia
Orientació	Nord-Est	
Transmitància Tèrmica (W/m²·°K)	1,52	
Límit	0,66	
m²	10,4	
Composició	Pedra amb morter i acabat interior enguixat i pintat.	



Taula 25 Característiques principals murs façana Nord-Est


Mur 4.3		Fotografia
Orientació	Nord-Est	
Transmitància Tèrmica (W/m²·°K)	0,79	
Límit	0,66	
m²	29,3	
Composició	Exterior de maó calat de 13 cm de guix amb aïllament tèrmic de poliestirè extruït de 4 cm i revestiment arrebossat, remolinat i pintat. Part maó calat 13 cm acabat interior enguixat i pintat	

Taula 26 Característiques principals murs façana Nord-Est


Mur 4.4			Fotografia
Orientació		Nord-Est	
Transmitància Tèrmica	(W/m²·°K)	0,79	
Límit		0,66	
m²		18,06	
Composició		Maó calat de 13 cm de guix amb revestiment monocapa aïllament tèrmic i full interior de maó calat de 13 cm de guix amb revestiment de guix pintat	



Taula 27 Característiques principals murs interiors.

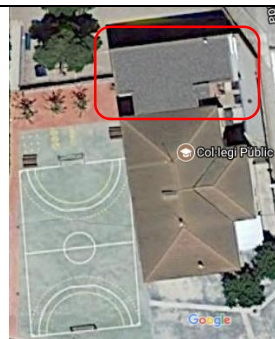
Envà1		Fotografia
Orientació	-	
Transmitància Tèrmica (W/m²·°K)	3,25	
Límit	2,70	
m²	153,45	
Composició	Maó calat amb acabat enguixat i pintat 30cm de gruix.	

Taula 28 Característiques principals murs interiors.

Envà 2		Fotografia
Orientació	-	
Transmitància Tèrmica (W/m²·°C)	3,25	
Límit	2,70	
m²	255,09	
Composició	Maó calat amb acabat enguixat i pintat 10cm de gruix.	




Taula 29 Característiques principals coberta part ampliada.

Coberta 1 Part ampliada			Fotografia
			
Transmitància Tèrmica (W/m²·°K)	5,42		
Límit	0,38		
m²	94,47		
Composició		Formigó cel·lular, lamina separadora geotèxtil polipropilè 100gr/m² ,lamina impermeable D>38Kg/m² ,Poliestirè extruït 60mm, lamina separadora geotèxtil polipropilè 100gr/m²,grava rentada.	



Taula 30 Característiques principals coberta part antiga.

Coberta 2 Part antiga		Fotografia
		
Transmitància Tèrmica (W/m².°C)		
Límit	0,38	
m²	211,66	
Composició		Acabat de teulada aràbiga.



Taula 31 Característiques principals del forjat a terra part ampliada

Forjat Terra Part ampliada	
Composició	Paviment de solera de formigó amb acabat arremolinat sobre subbase de grava amb làmina separadora impermeable

Taula 32 Característiques principals del forjat entre plantes part ampliada

Forjat entre plantes Part ampliada	
Composició	Revoltó de morter de ciment i biguetes de formigó pre – tensat, morter de nivell, paviment de terratzo microgrà 40x40.

Taula 33 Característiques principals del forjat a terra part antiga

Forjat Terra Part Antiga	
Composició	Bigues i biguetes de formigó, armades, revoltos i capa de compressió de formigó lleugerament armat.

Taula 34 Característiques principals del forjat entre plantes part antiga

Forjat entre plantes Part Antiga	
Composició	Sabates corregudes de ciment.

En les taules 35 i 36 s'ha realitzat l'enumeració de finestres i portes amb la finalitat de saber les dimensions, el nombre i l'orientació. L'estudi energètic de cada una de les tipologies es troba en l'apartat 5.3, estudis amb entitat pròpia.



Taula 35 Característiques principals de finestres i portes, planta baixa edifici

	Local	Obertura	Dimensions	Nº obertures iguals	orientació	tipus
Planta baixa	Accés 1	Finestra	0,90x1,05	2	NE	F1
		Porta exterior		1	SE	
	Accés 2 i Escala	Finestra	1x2,40	1	SO	F12
		Porta exterior		1	SO	
		Finestra	3,15x8,1	1	NE	F5
	Passadís	Porta interior	0,7x2,05	2	-	P5
		Porta interior	1,25x2,10	5	-	P1
		Porta interior	0,8x2,05	2	-	P4
	Aula P3	Finestra	0,90x1,05	4	2-> S 2->E	F1
		Porta exterior		1	NE	
		Porta interior	1,24x2,10	1	-	P2
	Magatzem	Porta interior	0,8x2,05	1	-	P4
	Secretaria	Finestra	1,25x1,45	1	SO	F2
		Porta interior	1,25x2,10	1	-	P1
		*Finestra	0,63x1,45	1	SO	F2/2
	Aula P4-P5	Finestra	1,25x1,45	3	SO	F2
		Porta interior	1,25x2,10	1	-	P1
	Aula petit grup	Finestra	1,25x1,45	2	SO	F2
		Porta interior	1,25x2,10	1	-	P1
	Aula 3	Finestra	1,25x1,45	3	SO	F2
		Porta interior	1,25x2,10	1	-	P1
		*Finestra	0,63x1,45	1	SO	F2/2
	Servei nenes	Porta interior	0,7x2,05	3	-	P5
		Finestra	0,90x1,45	1	NE	F1
	Servei nens	Finestra	0,90x1,45	1	NE	F1
		Porta interior	0,7x2,05	2	-	P5
	Servei	Porta interior	0,8x2,05	1	-	P4
	Servei cuina	Finestra	0,60x0,50	1	SE	F13
		Porta interior	0,7x2,05	1	-	P5
	Cuina	Finestra	2,23x1,30	1	SE	F4
		Porta interior	0,7x2,05	1	-	P5
		Porta interior	0,8x2,05	1	-	P4
	Accés cuina	Porta interior	0,7x2,05	1	-	P5
		Porta exterior	0,8x2,3	1	SE	P4
	Espai menjador	Porta interior	1,60x3,89	1	-	P7
		Porta interior	0,7x2,05	1	-	P5



Taula 36 Característiques principals de finestres i portes, planta primera edifici

	Local	obertura	Dimensions	Nº obertures iguals	orientació	Tipus
Planta Primera	Passadís	Porta interior	0,8x2,05	2	-	P4
		Porta interior	1,25x2,10	5	-	P1
		Porta interior	0.7x2,05	2	-	P5
	Magatzem	Porta interior	0,8x2,05	1	-	P4
	Biblioteca-Vídeo	Porta interior	1,25x2,10	1	-	P1
		Finestra	0,90x1,05	2	NE	F1
	Accés 3	Finestra	3,15x8,1	1	OS	F5
		Porta interior	1,25x2,05	2	-	P6
		Finestra	1,30x3	1	NE	F6
	Aula 1	Finestra	1,25x1,45	3	SO	F2
		Porta interior	1,25x2,10	1	-	P1
	Aula música	Finestra	1,25x1,45	2	SO	F2
		Porta interior	1,25x2,10	1	-	P1
	Ordinadors	Finestra	1,25x1,45	1	SO	F2
		*Finestra	0,63x1,45	1	SO	F2/2
		Porta interior	1,25x2,10	1	-	P1
	Aula 2	Finestra	1,25x1,45	3	SO	F2
		*Finestra	0,63x1,45	1	SO	F2/2
		Porta interior	1,25x2,10	1	-	P1
	Aula 3	Finestra	1,50x1,30	2	NO	F3
		Porta interior	1,25x2,05	1	-	P6
		Finestra	2,23x1,30	1	SO	F4
	Aula 4	Finestra	1,50x1,30	2	NO	F3
		Porta interior	1,25x2,05	1	-	P6
		Finestra	2,23x1,30	1	SO	F4
	Servei Nens	Porta interior	0,7x2,05	1	-	P5
		Finestra	0,90x1,45	1	NE	F1
	Servei Nenes	Finestra	0,90x1,45	1	NE	F1
		Porta interior	0,7x1,45	1	-	P5
	Servei	Porta interior	0,8x2,05	1	-	P4
		Finestra	0,90x1,45	1	-	F1

Per tal de donar per acabada la definició dels tancaments del edifici en estudi, s'ha realitzat una termografia, per tal de detectar els ponts tèrmics en cada aula de l'edifici. L'estudi complet es troba en l'apartat 5.3, a continuació i en forma de resum s'exposen les conclusions d'aquest estudi.

1.9.6.2. Estudi resum termografia

L'estudi de termografia realitzat en l'edifici s'ha realitzat mitjançant la metodologia explicada en l'apartat 5.2 com a estudi amb entitat pròpia.

Aquest estudi ha revelat que en l'edifici hi ha zones en les que hi ha ponts tèrmics com son totes les finestres de la zona antiga de l'escola, grans punts de calor en la sala d'ordinadors, un possible pont tèrmic a causa d'humitat en la façana Sud-Oest, pont tèrmic en la porta metàl·lica façana Nord-Oest i altes temperatures en el quadre elèctric.

A mode il·lustratiu a continuació es mostren algunes imatges dels possibles punts crítics de l'envolupant tèrmic de l'edifici.

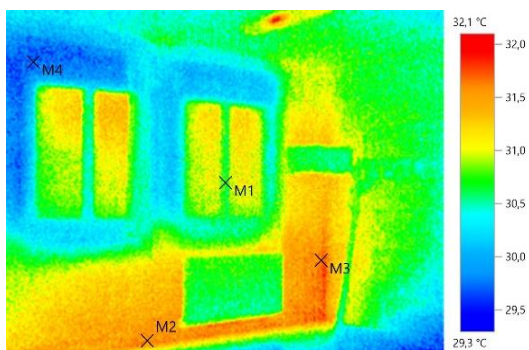


Figura 17 Possible humitat façana Sud-Oest

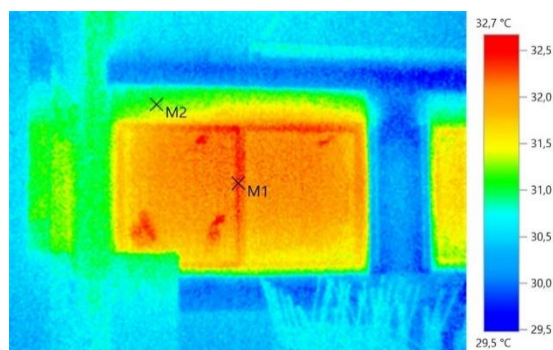


Figura 16 Pont tèrmic finestra

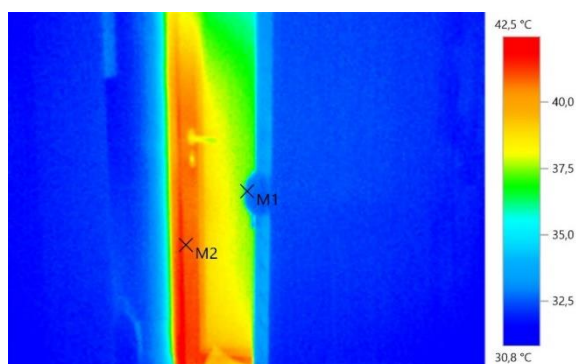


Figura 19 Pont tèrmic porta metàl·lica Nord-Oest

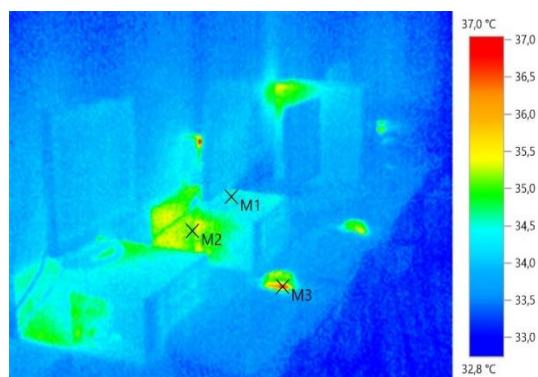


Figura 18 Punt de calor sala ordinadors



1.9.7. Qualitat de l'ambient interior

En el present apartat s'analitzen les dades preses tant d'humitat i temperatura interior, a fi de comparar-les amb la normativa i tenir els criteris suficients per saber l'estat actual de la qualitat interior de l'edifici.

Cal clarificar que les mesures d'humitat i temperatura han estat realitzades durant època estival i en un dia concret, cosa que fa que els resultats no siguin del tot acurats i només siguin reflex d'una determinada situació de l'any.

Taula 37 temperatura i humitat mitjana planta Primera

Aula	Temperatura mitjana (°C)	Humitat (%)
1	29,8	48,1
2	30,35	44,15
3	29,65	45,8
4	30,15	44,7
5	30,45	44,65
6	30,6	44,25
7	30,55	43,45
8	30,2	44,85
9	30,65	50,45
10	30,2	45,35
11	30,85	44,8
12	30,4	44,65
13	29,8	45,75

Taula 38 temperatura i humitat mitjana planta baixa

Aula	Temperatura mitjana (°C)	Humitat (%)
1	27,15	52,7
2	28,2	51,6
3	27,2	51,35
4	27,85	53,35
5	28,25	48,4
6	28,05	50,5
7	28,2	52,35
8	27,8	52,9
9	27,9	53,1
10	28,2	51,55
11	28,55	49,9
12	28,65	50,35
13	29,15	51,1
14	29	49,5
15	28,7	48,65
16	29,05	48

Taula 39 Dades dels estàndards de confort segons Rite

	Temperatura	Humitat
Estiu	23-25°C	45-60%
Hivern	21-23°C	40-50%



Com es pot observar si es comparen les taules 37 i 38 amb la taula 39, les temperatures del interior del edifici son de magnitud mes elevades que els estàndards de confort en l'època estival.

Per el que fa als valors d'humitat, aquest estan dins dels valors normals de confort en l'època estival.

1.9.8. Característiques del sistema de calefacció i ACS

Aquest apartat té com a finalitat fer una descripció del sistema d'instal·lació de calefacció i ACS actual.

El sistema de calefacció que actualment hi ha en l'edificació és mitjançant una màquina de gas-oil per tal d'escalfar l'acumulador d'aigua que posteriorment recorre tots els elements de radiació.

Les característiques de la màquina de gas-oil es troben en la taula 40 i les característiques dels elements de radiació en la taula 41. Tota la informació que a referencia a la caldera, cremador es troben en l'annex 2.6 fitxes tècniques i dades econòmiques.

Taula 40 Característiques principals del sistema de calefacció, caldera i cremador

Maquinaria	Marca	Potencia nominal (Kcal/h)	Pressió timbre (Kg/cm ²)
Caldera	Ferrolí AGS-01	100000	3
Maquinaria	Marca	Pressió d'injecció (bar)	Alimentació elèctrica
Cremador	Chapee	12	Mono 230 V 50Hz

Taula 41 Característiques dels elements de radiació instal·lats.

Tipus	Material	$\Delta t(^{\circ}\text{C})$	Nº de radiadors	Dimensions (mm)	Potencia per element (W)
1	Acer	50	32	Alto:600 Entrecientos:500 Ancho:50	74
2	Alumini	50	10	Alto:581 Entrecientos:500 Ancho:100	122,9



1.9.9. Demanda de ACS

En els càlculs realitzats en el capítol 2.2 de l'Annex es pot comprovar com el consum d'ACS de l'escola és de 12 L/dia. Pel que respecta a la demanda energètica, també calculada en l'Annex 2.2, es pot observar a la Taula 42 com varien els valors al llarg de l'any.

Taula 42 Demanda energètica ACS edifici

Mes de l'any	Demanda energètica (MJ/mes)
Gener	85,6
Febrer	75,9
Març	80,9
Abril	75,3
Maig	76,3
Juny	72,3
juliol	73,1
Agost	74,7
Setembre	73,8
Octubre	77,8
Novembre	78,3
Desembre	85,6
Total	929,6



1.9.10. Estudi de consum i sistema elèctric

L'escola CEIP Sant Jordi actualment utilitza un sistema de subministrament elèctric, el qual permet cobrir les necessitats d'enllumenat, calefacció, equips de cuina i elements informàtics. Aquest subministrament ve donat per l'empresa Endesa Energia S.A..

L'estudi realitzat sobre la xarxa elèctrica de l'escola s'ha dut a terme mitjançant la metodologia esmentada en l'apartat objectius i metodologia durant el període del 2 al 8 d'octubre.

L'estudi serveix per determinar si la tarifa contractada és l'adequada, si els consums de l'edifici es produeixen en franges horàries contractades i poder avaluar possibles canvis en la tarifa a més d'aconseguir un estalvi energètic.

1.9.10.1. Tarifes elèctriques

Les companyies ofereixen diferents tipus de tarifa segons la potència que es vol contractar, cadascuna amb un tipus diferent de peatge segons l'acord amb la normativa ETU/1976/2016 aprovada pel Ministeri d'Indústria, Turisme i Agenda Digital. En la taula 45 es dona un recull de les tarifes amb més baixa potència disponibles i el tipus de peatge que té cadascuna.

Taula 43 Tipologies de factures d'electricitat i peatge segons la potència contractada.

Tipus de factura	Tipus de peatge	Potència contractada
2.0A	Peatge simple	$P \leq 10 \text{ kW}$
2.0DHA	Peatge simple amb discriminació	$P \leq 10 \text{ kW}$
2.0DHS	Peatge simple amb discriminació	$P \leq 10 \text{ kW}$
2.1A	Peatge simple	$10 < P \leq 15 \text{ kW}$
2.1DHA	Peatge simple amb discriminació	$10 < P \leq 15 \text{ kW}$
2.1DHS	Peatge simple amb discriminació	$10 < P \leq 15 \text{ kW}$
3.0	Peatge general	$P < 15 \text{ kW}$



L'escola té una potencia contractada de 5,5 kW per tant se li aplica un peatge de tipus 2.0A sense discriminació horària. Les tarifes i costos s'observen en la següent figura extreta de la web d'IDAE.

Potencia ≤ 10 kW	SIN DISCRIMINACIÓN				CON DISCRIMINACIÓN				CON DISCRIMINACIÓN SUPERVALLE			
	TARIFA 2.0A				TARIFA 2.0DHA				TARIFA 2.0DHS			
	TPA €/kW y año	Δ (%)	TEA €/kWh	Δ (%)	TPA €/kW y año	Δ (%)	TEA €/kWh	Δ (%)	TPA €/kW y año	Δ (%)	TEA €/kWh	Δ (%)
	38,043426	0,00%	0,044027	0,00%	38,043426	0,00%	P1: 0,062012 P2: 0,002215	P1: 0,0% P2: 0,0%	38,043426	0,00%	P1: 0,062012 P2: 0,002879 P3: 0,000886	P1: 0,0% P2: 0,0% P3: 0,0%

Figura 20 Tipus i cost del peatge en tarifa 2.0. Font: IDAE.

On:

TPA: Terme de facturació de potència

TEA: Terme de facturació d'energia activa

P1: Període tarifari en Punta

P2: Període tarifari en Vall

P3: Període tarifari en Súper-Vall

Segons el consum que es realitza a l'edifici al llarg del dia es pot diferenciar dues zones horàries on el preu de l'electricitat varia, en cas d'escollir una factura amb discriminació horària. Aquestes zones s'anomenen Punta i Vall, repartint-se entre les dues totes les hores del dia i variant en magnitud si es tracta d'estiu o d'hivern. En la figura 21 es mostren les hores del dia repartides en Punta i Vall.



Figura 21 Zones horàries per el cas de hores Punta (Vermell) i hores Vall (Blau).

Les zones de discriminació horària per la tarifa 2.0A són les següents:

Discriminació horària a l'hivern

Període Vall: més econòmic de 22:00 – 12:00 (14 hores).

Període Punta: més car de 12:00 – 22:00 (10 hores).

Discriminació horària a l'estiu

Període Vall: més econòmic de 23:00 – 13:00 (14 hores).

Període Punta: més car de 13:00 – 23:00 (10 hores).

L'objectiu d'aquest anàlisis és veure si el canvi de tarifa a discriminació horària resultaria beneficiós o si en contra la tarifa actual és l'adequada.

Per realitzar la comparació es mostren a la taula 44 les dades recollides amb l'analitzador, mostrant els consums que es produeixen en els diferents horaris.



Taula 44 Resultat de la presa de dades de la xarxa elèctrica

	Franja horària	Fase	Potència min(W)	Potència Max (W)	Energia consumida(kW·h)
Vall	Matí 7:00/13:00	Fase 1	707	5265	209,738
	Matí 7:00/13:00	Fase2	0	5794	
	Matí 7:00/13:00	Fase 3	352	6142	
	Matí 7:00/13:00	total	1059	17201	
Punta	Tarda 13:00/18:00	Fase 1	744	3609	147,356
	Tarda 13:00/18:00	Fase 2	0	4568	
	Tarda 13:00/18:00	Fase3	352	3748	
	Tarda 13:00/18:00	Total	1096	11925	
	Nit 18:00/23:00	Fase 1	688	2586	93,78
	Nit 18:00/23:00	Fase 2	0	2080	
	Nit 18:00/23:00	Fase3	334	3099	
	Nit 18:00/23:00	Total	1022	7765	
	Matinada 23:00/7:00	Fase 1	744	967	80,779
	Matinada 23:00/7:00	Fase 2	0	278	
	Matinada 23:00/7:00	Fase3	352	1930	
	Matinada 23:00/7:00	Total	1096	3175	
Total					531,653



S'observa a treves dels resultats que l'energia que es consumeix en l'escola durant el matí i la tarda és molt més elevat que en els períodes de nit i de matinada, aquest fet té molt de sentit ja que es dedueix que durant l'horari lectiu s'utilitzen els equips de l'escola mentre que fora d'aquest horari el consum cau bruscament, fent evident la no activitat del centre.

Per tal d'estalviar energia és necessari disminuir el consum en l'horari de Tarda, ja que es tracta de hora Punta, sempre i quant siguin aparells que es pugui ajornar el seu funcionament a l'horari Vall.

Un cop estudiada l'energia que s'utilitza al llarg d'una setmana a l'edifici de l'escola cal estudiar el cost econòmic que es produeix en el període d'estudi. Es comparen les diferents tipologies de factura i el seu cost corresponent.

Taula 45 Resum factura elèctrica tipus 2.0A

Factura 2.0A	5,5 kW · 1/4 mes · 3,1702855	4,35 €
Terme de Potència	€/kW·mes	
Terme d'Energia		
- Facturació de consum kWh	531,653 kWh · 0,044027 €/kWh	23,40 €
Subtotal		27,75 €
Descompte	1,5% · 23,40€	-0,351
Impostos electricitat	27,75 € · 5,11269632%	1,41 €
Lloguer d'equips	7 dies · 0,044838 €/dia	0,31 €
Subtotal		1,369
Base imposable		29,119
IVA 21%	6,11 €	
TOTAL		35,23 €



Taula 46 Resum factura elèctrica tipus 2.0DHA

Factura 2. 0DHA	5,5 kW · 1/4 mes · 3,1702855 €/kW·mes	€ 4,3591
Terme de Potència		
Terme d'Energia		
- Facturació de consum Punta	241,136 kWh · 0,062012 €/kWh	€ 14,31
- Facturació de consum Vall	290,517 kWh · 0,002215 €/kWh	€ 0,64
Subtotal		15,59 €
Impostos electricitat	15,59€ · 5,11269632%	0,79 €
Lloguer d'equips	7 dies · 0,044838 €/dia	0,31 €
Subtotal		16,69€
Base imposable	16,69 €	
IVA 21%	3,5€	
TOTAL		20,19€



Taula 47 Resum factura elèctrica tipus 2.0 DHS

Factura 2.0DHS	5,5kW · 1/4 mes · 3,1702855 €/kW·mes	4,35€
Terme de Potència		
Terme d'Energia		
- Facturació de consum Punta	241,13 kWh · 0,062012 €/kWh	14,95€
- Facturació de consum Vall	216,32 kWh · 0,002879 €/kWh	0,622€
- Facturació per consum Supervall	80,779 kWh · 0,000886 €/kWh	0,071€
Subtotal		19,993 €
Impostos electricitat	19,993€ · 5,11269632%	1,022 €
Lloguer d'equips	7 dies · 0,044838 €/dia	0,31 €
Subtotal		21,325€
Base imposable	21,325 €	
IVA 21%	4,47 €	
TOTAL		25,79 €

S'observa en les factures que un canvi cap a una factura amb discriminació horària fa que la factura es vegi disminuïda i per tant, afavoreix en els costos de despesa elèctrica. En concret es passa de tenir un cost de 35 € setmanals a un cost de 20 € setmanals, la qual cosa en cada setmana es podrien estalviar fins a 15 € i en un mes de un estalvi de fins a 60 €, la qual cosa es molt adient.



1.9.10.2. Consum d'energia i estat del sistema elèctric

Gràcies a l'analitzador de xarxes es pot determinar els consums d'energia que es produeixen a l'edifici i també, com es troba el sistema elèctric, avaluant si les fases estan equilibrades, entre altres accions realitzades.

S'observa en la figura 22, l'acumulació de potencia consumida al llarg d'una setmana i com aquesta es va incrementant fins a arribar a un consum de 531,653kWh.

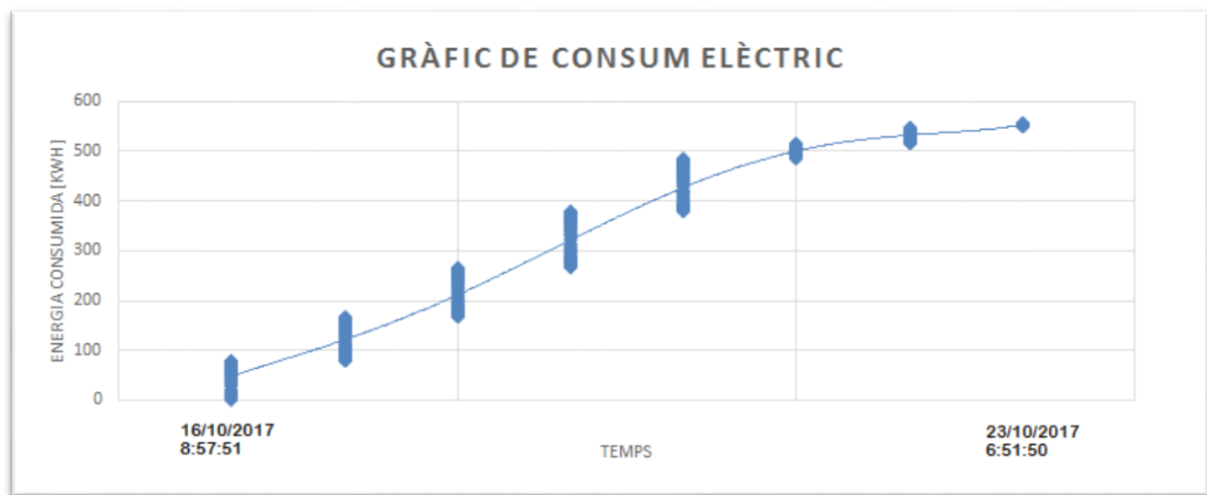


Figura 22 Corba de consum acumulat de l'escola al llarg de la setmana d'estudi amb l'analitzador de xarxes.



L'estudi de cadascuna de les fases de la xarxa elèctrica és molt important, la correcta lectura de les dades pot ser clau en la detecció de problemes causants de grans despeses energètiques i econòmiques en un edifici, es per això que s'ha estudita la potencia activa de cada fase, en les figures 23, 24, 25 i 26 es mostren els resultats.

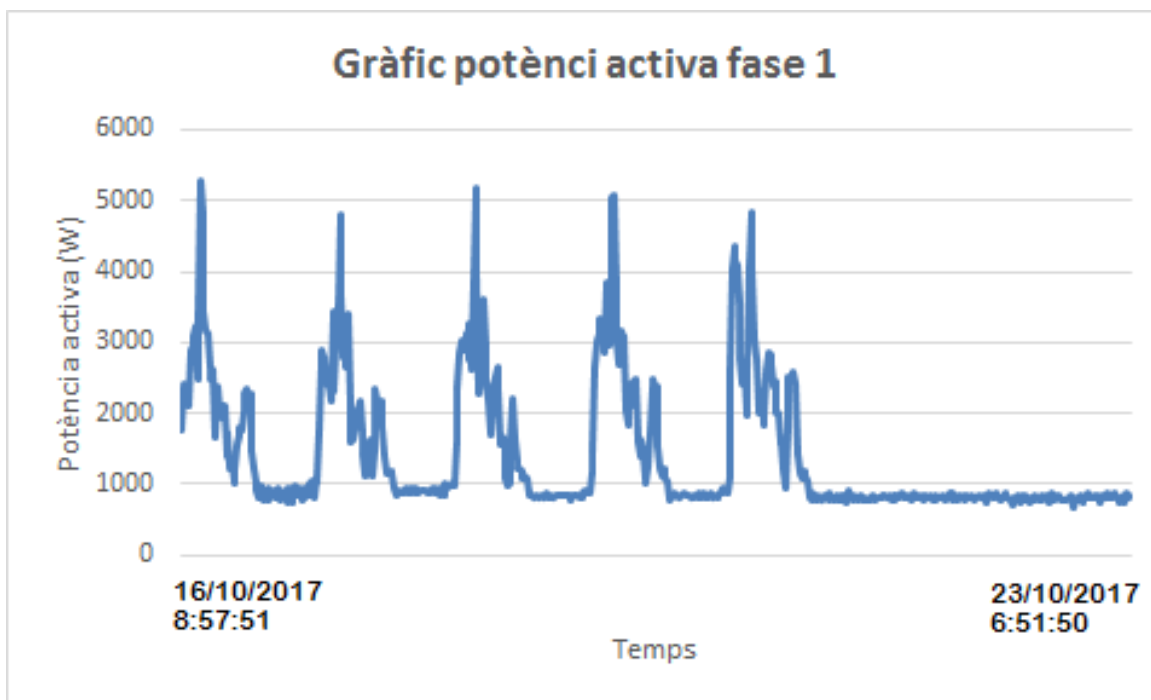


Figura 23 Gràfica de Potència Activa en Fase 1 al llarg de la setmana d'estudi amb l'analitzador de xarxes.

La potència màxima registrada en la Fase 1 és de 5265 W el dia 16/10/2017 a les 12:15:50 hores.

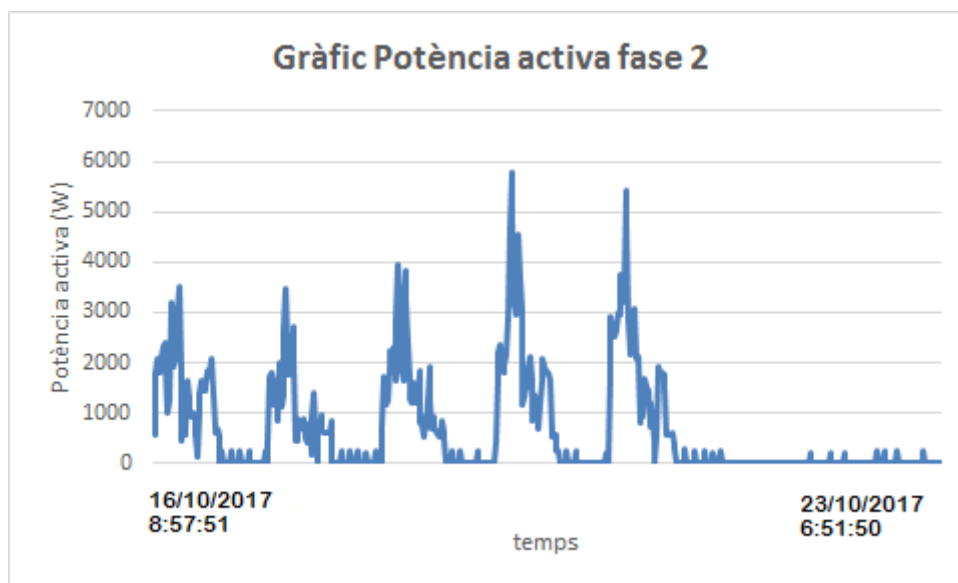


Figura 24 Gràfica de Potència Activa en Fase 2 al llarg de la setmana d'estudi amb l'analitzador de xarxes.

La potència màxima registrada en la Fase 2 és de 5794 W el dia 19/10/2017 a les 12:15:50 hores

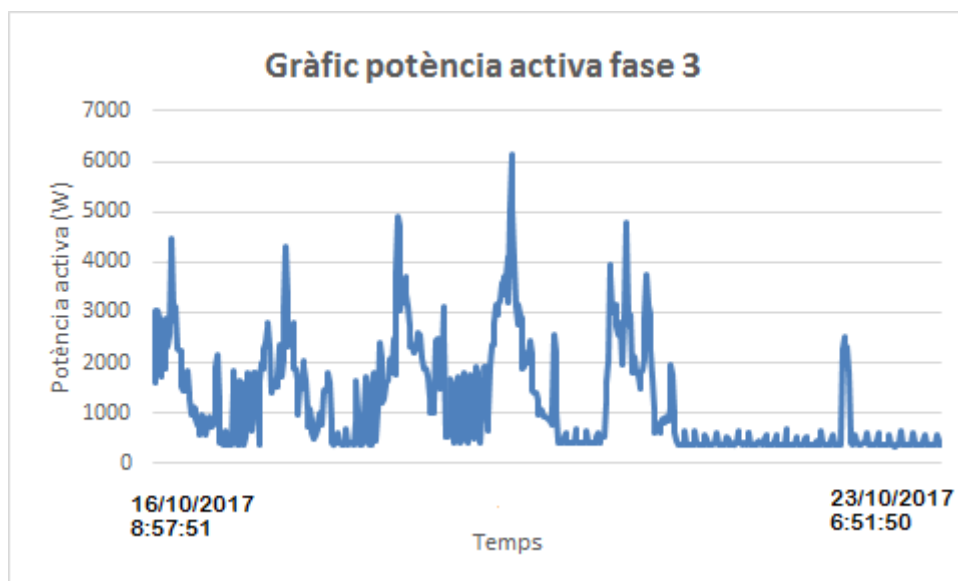


Figura 25 Gràfica de Potència Activa en Fase 3 al llarg de la setmana d'estudi amb l'analitzador de xarxes.

La potència màxima registrada en la Fase 3 és de 6142 W el dia 19/10/2017 a les 12:15:50 hores.

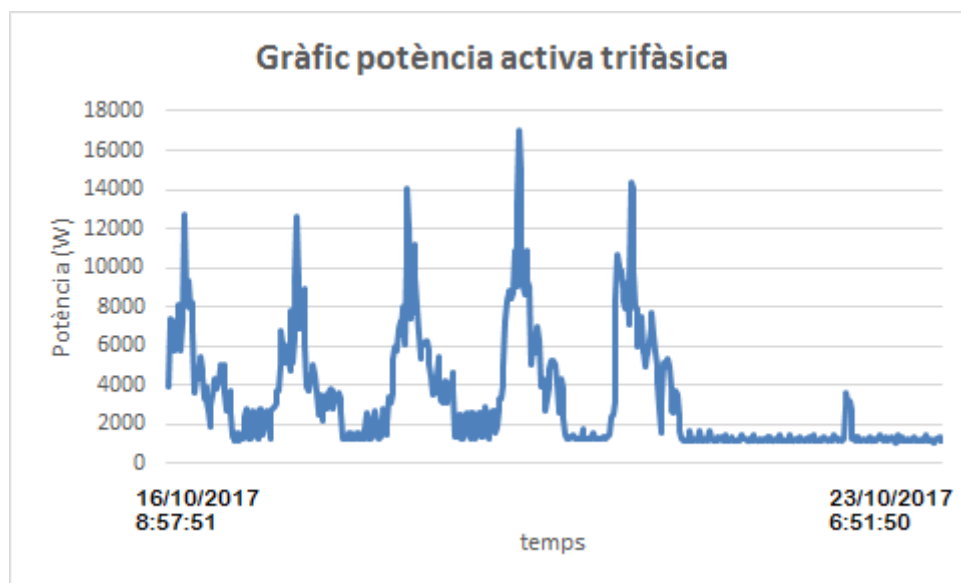


Figura 26 Gràfica de Potència Activa en Trifàsic al llarg de la setmana d'estudi amb l'analitzador de xarxes.

La potència màxima registrada en Trifàsic és de 16978 W el dia 19/10/2017 a les 12:15:50 hores.

Cal observar un fet significatiu que és el fet de que els consums mes elevats es donen en la part central del dia, aquest fet pot ser conseqüència dels hàbits en el funcionament del centre.

A continuació cal observar el comportament del les fases i el seu equilibri ja que de no haver un bon comportament suposaria pèrdues energètiques i fallades en el sistema elèctric fent sobrecarrega sobre una de les fases.

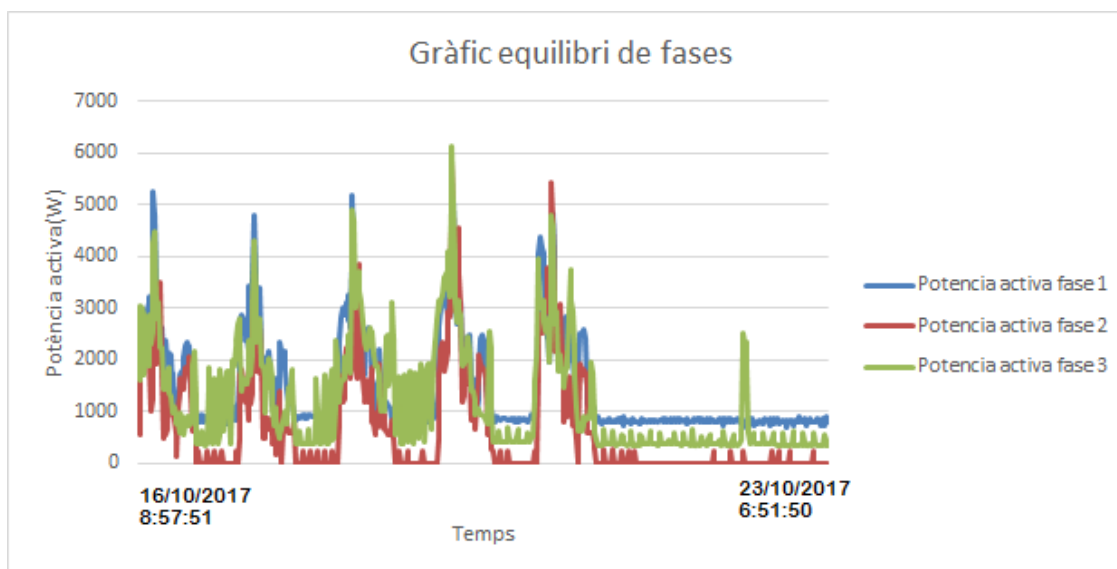


Figura 27 Gràfic de comparació de potència activa entre les fases.

Com s'observa en la figura 27 les fases estan una mica descompensades en quan a que la fase 3 absorbeix pics de potència elevats mentre que la fase dos roman en potències molt baixes durant grans períodes de temps. Així que una consideració a fer seria la descarrega de la fase 3 i repartir-la en la fase 2.

També cal analitzar les intensitats de cada fase i veure, igual que amb la potència, si les fases estan equilibrades o si presenten pics importants de pujada d'intensitat. Les dades de cada fase es mostren en les figures 28,29,30 i 33.

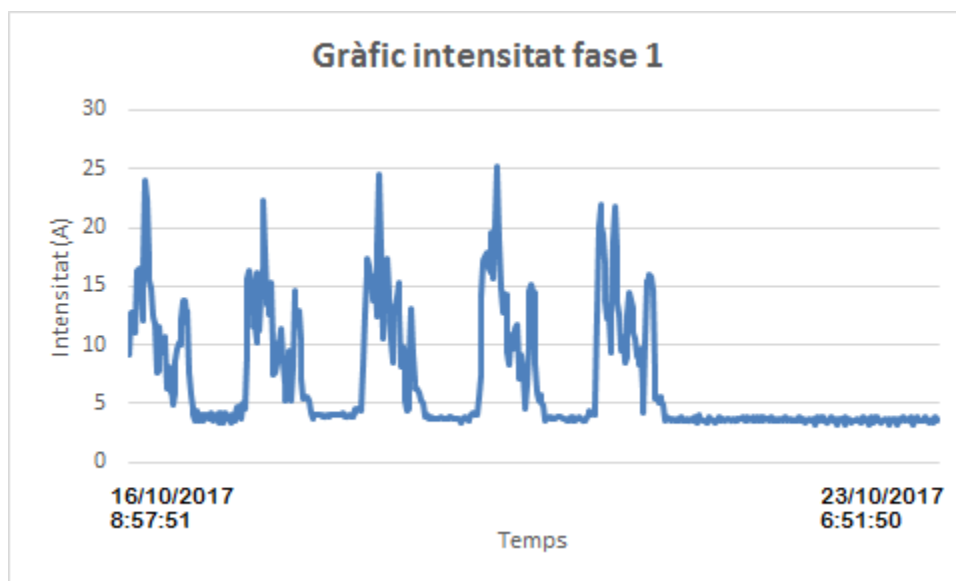


Figura 28 Gràfica d'intensitat en Fase 1 al llarg de la setmana d'estudi amb l'analitzador de xarxes.

La intensitat màxima registrada en la Fase 1 és de 25,255 A el dia 19/10/2017 a les 12:15:50 hores.

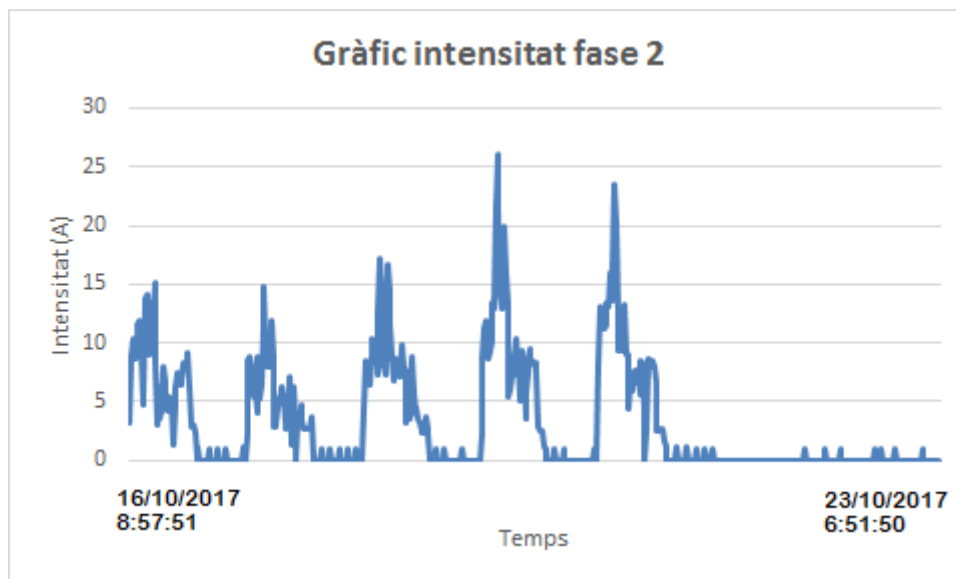


Figura 29 Gràfica d'intensitat en Fase 2 al llarg de la setmana d'estudi amb l'analitzador de xarxes.

La intensitat màxima registrada en la Fase 2 és de 26,019 A el dia 19/10/2017 a les 12:15.50 hores.

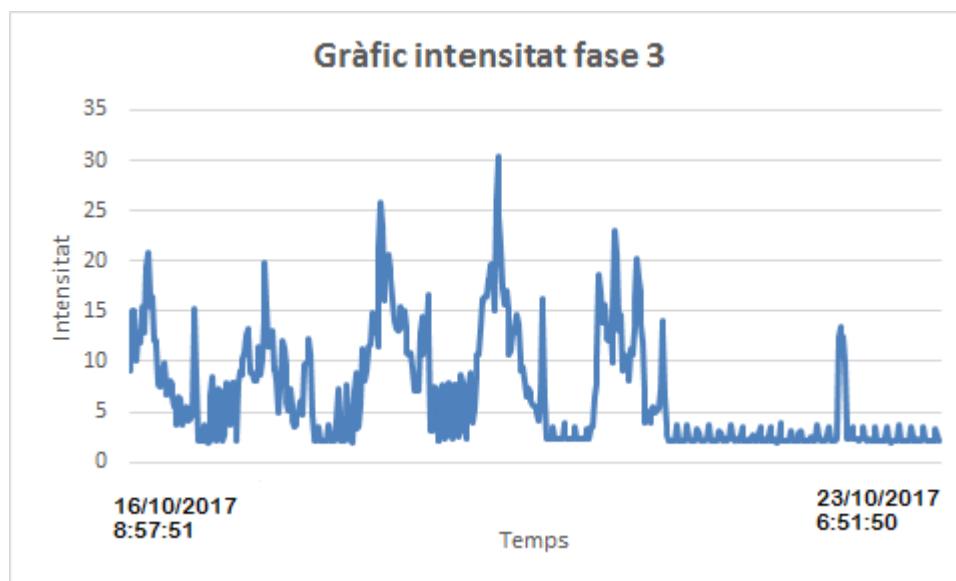


Figura 30 Gràfica d'intensitat en Fase 3 al llarg de la setmana d'estudi amb l'analitzador de xarxes.

La intensitat màxima registrada en la Fase 2 és de 30,385 A el dia 19/10/2017 a les 12:15:50 hores.

Pel que fa les intensitats es detecta un problema en la potencia contractada ja que el comportament de l'escola és normal, en el fet que els sistemes de protecció no salten, per tant al enregistrar intensitats superiors a 30 A , la potencia contractada no pot esser de cap manera de 5,5 kW com expressen les factures obtingudes del centre, el raonament descrit es fonamenta en la fórmula següent.

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{3}}$$

On:

I = intensitat de fase (A)

P = Potencia contractada (W)

V = voltatge en trifàsic (400V)

$\cos \varphi = 0,9$



A més a més en les visites a l'escola es va detectar que l'equip de protecció elèctric general és de 63 A com es mostra en la figura 31, que fa referència a una potència de contractació de 43,64 KW, com es llegeix en la figura 32 extreta de l'empresa subministradora Endesa.

Per tant el centre ha de reajustar la potència contractada que té actualment.



Figura 31 Sistema de protecció elèctric escola, 63A.

INSTRUCCIONS PER A L'INSTAL·LADOR		SUBMINISTRAMENTS INDIVIDUALS SUPERIORS A 15 kW																					
Efectueu la instal·lació segons l'esquema i les dades de la columna marcada amb "X"																							
En acabar la instal·lació entregueu el Certificat d' Instal·lació Elèctrica de Baixa Tensió juntament amb aquest imprès a les nostres oficines o Punt de Servei																							
POTÈNCIA SOL·LICITADA		kW																					
POTÈNCIA MÀXIMA (kW) QUE ES POT CONTRACTAR		TRIFÀSIC																					
		17,32	20,78	24,24	27,71	31,17	34,64	43,64	55	69	87	111	139	173	218	277	346	436	554	693			
PROTECCIÓ DIFERENCIAL	Corrent assignat (A)	40				63																Transformador toroidal	
	Sensibilitat (mA)	30 o 300																					
I.G.A.		El qual correspongui segons la potència màxima admissible per a la instal·lació interior																					
PROTECCIÓ SOBRETENSIÓ		- dispositiu per a la protecció contra sobretensions permanents																					
		- dispositiu per a la protecció contra sobretensions transitoris																					
ICP-M/ INTERRUPTOR DE PROTECCIÓ I CORRENT REGULABLE	Corrent assignat (A)	25	30	35	40	45	50	63	160				400				630				1000		
	Poder de tall (kA)	≥ 4,5						10				20				30				50			
	Tèrmic (A)	25	30	35	40	45	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000			
	Magnètic (A)	5 vegades el corrent de regulació tèrmica, actuant en un temps inferior a 0,02 segons																					

Figura 32 Normativa de subministraments individuals superiors a 15 kW. Font Endesa

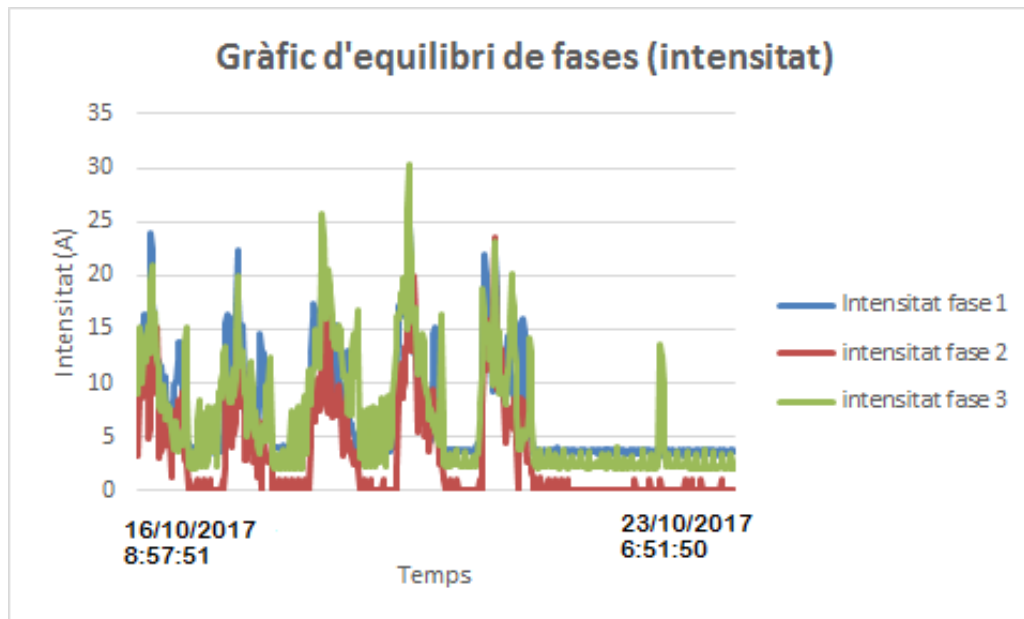


Figura 33 Gràfic de comparació d'intensitat entre les fases.

Com s'observa en la figura 33 les fases estan una mica descompensades en quan a que la fase 3 absorbeix pics de corrent molt elevats mentre que la fase dos roman en potències molt baixes durant grans períodes de temps. Així que una consideració a fer seria la descarrega de la fase 3 i repartir-la en la fase 2.



1.9.11. Càrregues tèrmiques

Un cop s'ha realitzat l'anàlisi de totes les instal·lacions presents en l'edifici es té la capacitat d'analitzar les càrregues tèrmiques del mateix.

Les càrregues tèrmiques son útils per tal d'analitzar les necessitats en quant a aportacions que han d'aportar les màquines de calefacció i refrigeració.

El procediment teòric del càlcul compleix amb la normativa DB-HE1 i els càlculs reals s'han realitzat mitjançant el programa de certificacions energètiques CE3x donant com a resultat una demanda de calefacció de **$62.2 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^2$** i una demanda de refrigeració de **$44.4 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^2$** .

Aquest resultat implica que l'edifici per arribar a la situació de confort necessita unes aportacions calorífiques i frigorífiques.



1.10. Resum de l'estat actual de l'edifici

En el present apartat es realitza un resum de l'estat actual de l'edifici per tal de que a simple vista es pugui qualificar el mateix, en termes energètics.

Es divideix el resum en cinc apartats els quals son els que han estat estudiats.

- Condicions de l'envoltant i finestres

S'han detectat ponts tèrmics en la paret SO a causa d'humitat, així com ponts tèrmics en totes les finestres de l'edificació antiga i de la part de la planta baixa de l'ampliació.

- Condicions lumíniques

S'observa en el sistema lumínic un incompliment de la normativa en les següents habitacions i en els diferents estats.

Taula 48 Espais de l'edifici on no es compleix la normativa lumínica del coi tècnic de l'edificació.

	Planta baixa	Planta primera
Dia (llum natural)	Aula petit grup	Servei
	Secretaria	
	Vestíbul i passadís	
Nit (llum artificial)	Secretaria	Aula música
	Servei nenes	Ordinadors
	Servei nens	Servei nenes
	Servei cuina	Servei nens
Combinació Nit-Dia		Servei



- Condicions de confort (humitat i temperatura)

S'ha detectat una gran diferència entre la temperatura de l'edifici i la temperatura de confort de la zona climàtica en l'època de les mesures, la d'estiu.

En concret es superen els 4 graus de diferència en algunes de les habitacions de l'edifici, aquest fet ve donat per les condicions dels tancaments, finestres i ponts tèrmics descrits anteriorment.

- Condicions línia elèctrica

S'observa un petit desfasament entre les fases de la instal·lació i una possible errada en la potència de contractació, ja que s'està consumint per sobre de la potència contractada en punts puntuals del dia.

El fet de que el consum sigui puntualment major, fa que la instal·lació hagi estat modificada i que per tal de poder funcionar, s'hagi realitzat una instal·lació sobredimensionada.

Pel que fa a la tarifa de contractació s'observa que realitzant una discriminació horària, es a dir, optant per un tipus de factura 2.0DHA s'estalviaria al mes un màxim de 60 €.

- Càrregues tèrmiques i qualificació energètica actual

La situació actual del edifici és la que indica en la etiqueta de certificació energètica realitzada amb el programa CE3X, el qual s'han incorporat totes les característiques descrites anteriorment i de forma automàtica ha generat la qualificació energètica de l'edifici en estudi.

S'observa una gran demanda de calefacció i de refrigeració, en el cas de la refrigeració, gràcies a les dades obtingudes en les mesuraments, es confirma el resultat, ja que les condicions de confort no es complien.

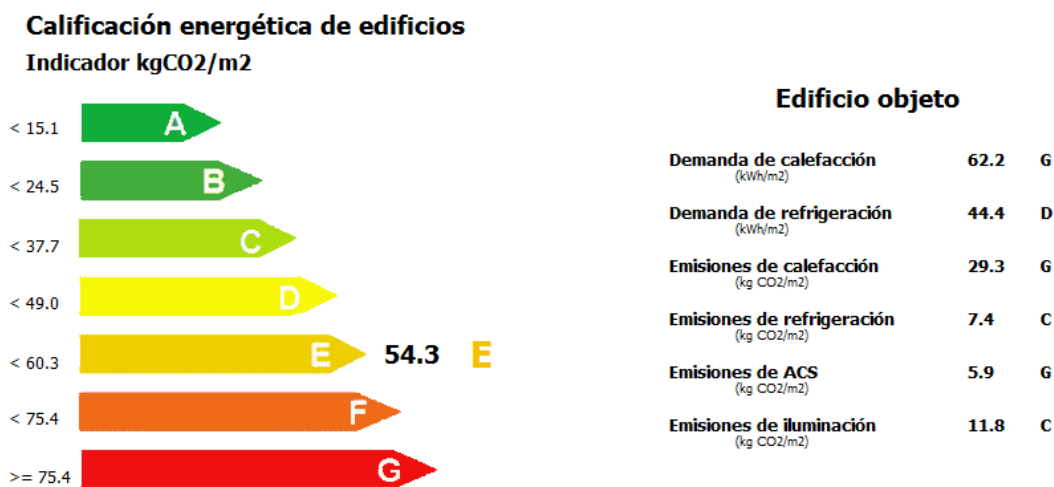


Figura 34 Etiqueta de la calificación energética de l'estat actual de l'edifici en estudi.



1.11. Proposta i anàlisis de millores

Les propostes de millora suggerides es generen a partir dels resultats de l'anàlisi prèvia duta a terme, i pretenen millorar les condicions de confort de les persones a l'interior de l'edifici, a la vegada que compleixen amb criteris de sostenibilitat. Aquest segon requeriment ha suposat que alguna d'elles no s'hagi pogut aplicar en quant a que s'ha prioritzat el respecte pel medi ambient com a criteri de disseny.

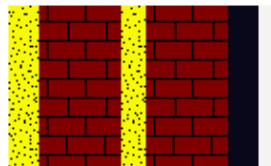


1.11.1. Proposta millora en façanes

Per tal de proposar una millora en l'aïllament de l'edifici que faci reduir les demandes tant de calefacció com de refrigeració, s'han proposat diferents materials i s'ha realitzat l'estudi energètic que es troba en l'annex 2.3 de quina opció seria la més adequada i el resultat ha estat dur a terme una intervenció en les façanes de manera interior amb una aplicació de poliuretà expandit, per tal de complir amb normativa.

Es pot observar en les figures 35 i 36 quina seria la composició final dels tancaments escollits.

Material	Grupo	R (m2 K...	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m3)	C_p (J/kgK)
EPS Poliestireno Expa...	Aislantes	1.724	0.05	0.029	30	1000
Tabique de LH sencillo...	Fábricas de ladrillo	0.292	0.13	0.445	1000	1000
EPS Poliestireno Expa...	Aislantes	1.379	0.04	0.029	30	1000
Tabique de LH sencillo...	Fábricas de ladrillo	0.292	0.13	0.445	1000	1000
Espuma de poliuretan...	Sellantes	1.0	0.05	0.05	70	
Enlucido de yeso 100...	Enlucidos	0.035	0.02	0.57	1150	0.035



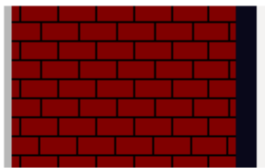
$R1 + \dots + Rn$

4.72 m2K/W

Figura 35 Composició tancament zona ampliada i esquematització ordenada de l'exterior a l'interior



Material	Grupo	R (m2 K...	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m3)	Cp (J/kgK)
Mortero de cemento ...	Morteros	0.015	0.02	1.3	1900	1000
Tabicón de LH doble ...	Fábricas de ladrillo	1.157	0.5	0.432	930	1000
Espuma de polietileno	Sellantes	1.0	0.05	0.05	70	
Enlucido de yeso 100...	Enlucidos	0.035	0.02	0.57	1150	0.035



$$R1 + \dots + Rn = 2.21 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Figura 36 Composició tancament zona antiga i esquematització ordenada de l'exterior a l'interior

S'observa que a partir d'aquesta millora es compleix la normativa en quant a tancaments, a l'hora que s'observa en la figura 37 que les millores en l'àmbit energètic suposen un canvi a millor en quant a la demanda en calefacció de fins a un 33% però un augment en la demanda de refrigeració, per tant dur a terme el canvi no solucionaria el problema observat en les temperatures interiors en l'època estival.

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	41.6 G	62.2 G	33.1 %
Demanda de refrigeración	50.0 C	44.4 C	-12.6 %
Emisiones de calefacción	19.6 G	29.3 G	33.1 %
Emisiones de refrigeración	8.3 C	7.4 C	-12.6 %
Emisiones de ACS	5.9 G	5.9 G	0.0 %
Emisiones de iluminación	11.8 A	11.8 A	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	45.6 C	54.3 D	16.2 %

Figura 37 Resultats energètics de la proposta d'aïllament en façanes

Pel que fa al problema detectat per la termografia realitzada en l'envoltant de l'escola, cal a dir que cap augment de les condicions d'aquest farà un canvi substancial en el comportament, ja que el problema es troba entre la connexió de la paret i els fonaments de l'edifici i per tant la intervenció recau sobre la vessant arquitectònica de l'edifici, per aquesta raó no es justifica en el present projecte.

En la figura 38 es representa el problema real de la façana SE i SO i la possible solució que es pot implantar.

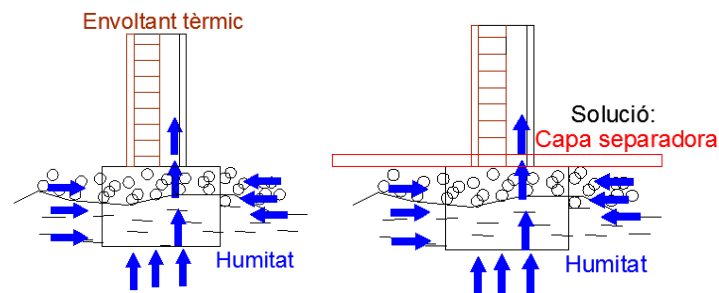


Figura 38 Representació humitat detectada en les façanes SO i SE de l'escola i possible solució al problema.

1.11.2. Proposta millora en finestres

Pel que fa als tancaments, s'ha optat per fer una millora en les finestres de l'escola que són punts a través dels quals una gran quantitat d'energia es perd. Actualment la part antiga de l'escola disposa de finestres amb marc de fusta i vidre monolític. Aquest tipus de finestra no compleix amb la normativa actual ja que l'habitatge es troba situat en zona D on la transmissió màxima permesa dels tancaments és de $2,7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

La tipologia de finestra escollida per a la substitució de totes les finestres, ha estat la finestra composta per un marc de PVC i doble vidre amb càmera d'argó.

La instal·lació es basa en substituir tots els buits per la finestra escollida, aquesta de les dimensions del buit existent, per tant, es mantenen les dimensions de les finestres actuals, però canviant el material.

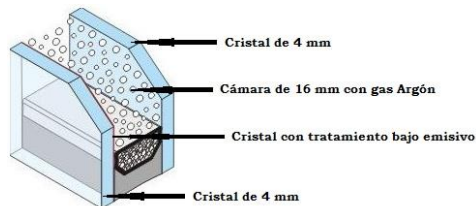


Figura 39 Esquematització de la finestra escollida.

L'estudi de l'elecció de les finestres es troba en l'annex 2.5.

Un cop escollida la tipologia de finestres a instal·lar per el que fa transmissió-preu és important saber quina repercussió energètica té aquest canvi en l'edificació.

Així doncs utilitzant el software CE3x s'han calculat les demandes tant de calefacció com de refrigeració després del canvi.



RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	52.6 G	62.2 G	15.4 %
Demanda de refrigeración	37.2 B	44.4 D	16.4 %
Emisiones de calefacción	18.8 G	29.3 G	36.0 %
Emisiones de refrigeración	6.1 B	7.4 C	16.4 %
Emisiones de ACS	4.5 G	5.9 G	24.3 %
Emisiones de iluminación	11.8 A	11.8 C	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	41.2 C	54.3 E	24.2 %

Figura 40 Resultats energètics de la proposta finestres

S'observa doncs que en aquest cas el canvi té repercussió positiva tant en la demanda de calefacció com en la demanda de refrigeració fent que s'estalviï un 15,4% i un 16,4% en les demandes de calefacció i refrigeració respectivament.



1.11.3. Proposta millora en il·luminació interior

Un cop s'ha analitzat el sistema d'il·luminació del edifici en estudi, s'ha arribat a la conclusió que hi ha espais on la normativa no es compleix i el cost en il·luminació es molt elevat i que per tant s'ha de reformar la part d'il·luminació. Així doncs la proposta de millora en quant a il·luminació passa per aconseguir complir la normativa disminuint el consum elèctric.

Com s'observa en la taula 49 la millor manera d'aconseguir l'objectiu proposat és la tecnologia LED.

Taula 49 Dades d'eficiència energètica de lluminàries extret: Apunts campus UdL sustainable construction.

Tipus de lluminària	Eficiència (lm/W)
Incandescent	10-15
Halògena	25
Fluorescent	60
Fluorescent compacta	86
LED	150

Per tal de saber la quantitat suficient de lluminàries per satisfer la normativa, s'ha realitzat un estudi mitjançant el programa Dialux on s'observa quina es la distribució de les lluminàries i quin es l'aspecte de la sala tant en 3D ,com en valors quantitatius de lúmens.

Com a resum del resultat s'ha obtingut que per tal de complir la normativa en tots els espais de l'edifici s'han d'instal·lar 113 lluminàries de 37,5 W i 17 lluminàries de 30,5W.

En el resultat de la millora, en termes energètics (figura 41), s'observa una millora considerable en quant a eficiència energètica dels dispositius, passant d'una qualificació C a una qualificació A en el sistema d'il·luminació.



RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	52.6 G	62.2 G	15.4 %
Demanda de refrigeración	37.2 B	44.4 D	16.4 %
Emisiones de calefacción	18.8 G	29.3 G	36.0 %
Emisiones de refrigeración	6.1 B	7.4 C	16.4 %
Emisiones de ACS	4.5 G	5.9 G	24.3 %
Emisiones de iluminación	11.8 A	11.8 C	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	41.2 C	54.3 E	24.2 %

Figura 41 Resultats energètics de la proposta en il·luminació

L'estudi complert s'ha realitzat amb una tipologia de lluminària específica de la marca Philips, ja que en el programa Dia lux s'ha instal·lat la llibreria Philips, no obstant per tal de dur a terme la instal·lació es pot optar per lluminàries de característiques similars però de altres fabricants.

Els resultats de dit projecte es troben en 5.1 estudi d'il·luminació estudis amb entitat pròpia del present projecte.



1.11.4. Proposta millora en calefacció i climatització

S'ha pogut comprovar mitjançant la simulació i la presa de dades que en l'edifici hi ha un problema de confort en l'època estival i que en l'època hivernal la demanda de calefacció es molt elevada i poc eficient, per tant a continuació es proposa una millora per tal de solucionar el problema .

La principal solució al problema detectat en l'època hivernal és la de realitzar el canvi en els elements emissors de calor de les estances de manera que es substitueixen els actuals que son d'acer per d'altres que son d'alumini aportant en menys temps molta mes potencia i per tant reduint les hores de consum, així com augmentant la sensació de confort. En la figura 42 i en la taula 50 es mostren les possibles característiques dels elements a instal·lar.

S'ha optat per estudiar aquest canvi ja que la implantació d'algun altre sistema requereix una inversió molt elevada per poder complir les exigències del codi tècnic de l'edificació i les dades que es tenen no estan preses en l'època hivernal i per tant no son del tot acurades, es per això que s'ha optat per estudiar l'opció amb menys impacte sobre l'escola però que a l'hora doni solució a un possible problema.

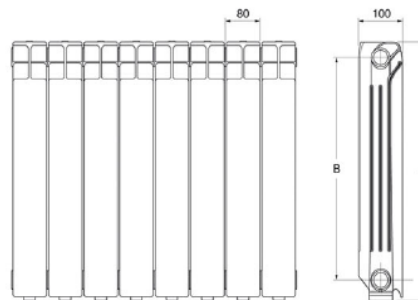


Figura 42 Dimensions dels elements emissors de calor d'alumini



Taula 50 Característiques tècniques dels elements emissors de calor d'alumini

TIPO	Dimensiones mm.		Conexiones Ø	Contenido agua l	Peso kg.
	A	B			
XIAN 450 N	431	350	1"	0,31	1,04
XIAN 600 N	581	500	1"	0,39	1,36
XIAN 700 N	681	600	1"	0,45	1,60
XIAN 800 N	781	700	1"	0,50	1,83

TIPO	Exponente n	Km	Emisión térmica según UNE EN 442			
			ΔT = 50 °C		ΔT = 60 °C	
			W	kcal/h.	W	kcal/h.
XIAN 450 N	1,30483	0,550807	90,8	78,0	115,1	99,0
XIAN 600 N	1,31423	0,718974	122,9	105,7	156,2	134,3
XIAN 700 N	1,33400	0,770156	142,2	122,3	181,4	156,0
XIAN 800 N	1,33487	0,864470	160,2	137,7	204,3	175,7

Taula 51 Comparativa energètica entre radiadors existents(acer) i proposta de millora (alumini) extret catàleg Ferroli.

Element	Emissió tèrmica (UNE EN 442) (°C)	Potencia per element (W)
Acer	50°	74
Alumini	50°	122,9

D'altra banda s'ha optat per no realitzar cap canvi en la maquinaria per tal de proporcionar refrigeració, ja que la implantació del sistema de climatització requereix d'una reforma massa gran per tal de complir la normativa i aquest fet implicaria uns costos molt elevats, tenint en compte que en l'època d'estiu l'escola roman tancada i sense activitat.

A més a més com s'observa en la figura 43 la millora en refrigeració no fa que la qualificació de l'edifici variï molt, així doncs no es justificable una inversió tan elevada.

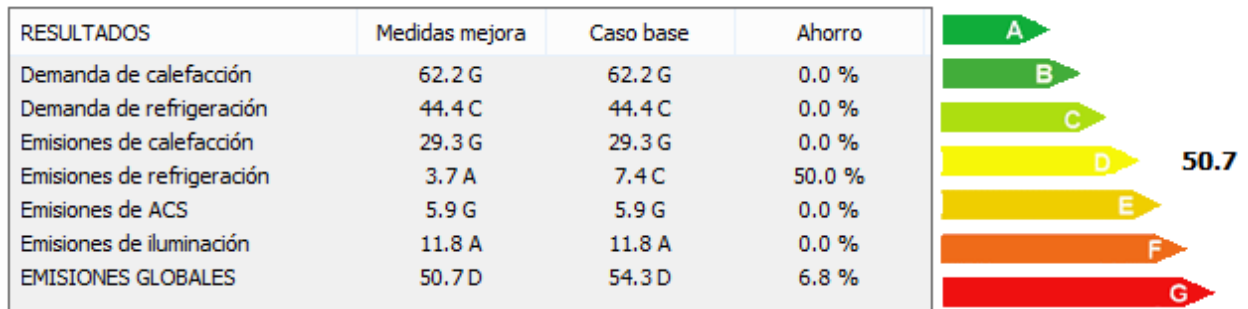


Figura 43 Comparativa energètica en el cas d'instal·lar sistema de refrigeració en l'edifici



1.11.5. Inversió de les millores

Les reformes efectuades suposen uns costos de material, instal·lació i temps, en la taula 52 es fa un resum dels costos que suposen les millores efectuades.

L'estudi pressupostari es troba en l'apartat de pressupostos on es justifiquen tots els preus en profunditat.

Taula 52 Resum econòmic de la inversió en millores de l'edifici

Millora	Cost final (€)
Canvi de finestres	25.641,52 €
Canvi en la calefacció	8034,65 €
Renovació dels punts de llum existents	12093,03 €



1.12. Estat edifici post millores

Es pot considerar que després de l'estudi realitzat i les millores proposades l'estat final de l'edifici hauria passat d'una qualificació E a una qualificació C, en conseqüència la demanda energètica en calefacció s'hauria reduït en un 15,4 %, la demanda en refrigeració en un 16,4% i l'eficiència del sistema d'il·luminació hauria augmentat passant d'una qualificació C a una qualificació de A.

Per tal de poder quantificar exhaustivament les millores proposades el resultat complet de la qualificació energètica de l'edifici post millores es troba en l'annex 2.8.2 certificat energètic després de les millores.

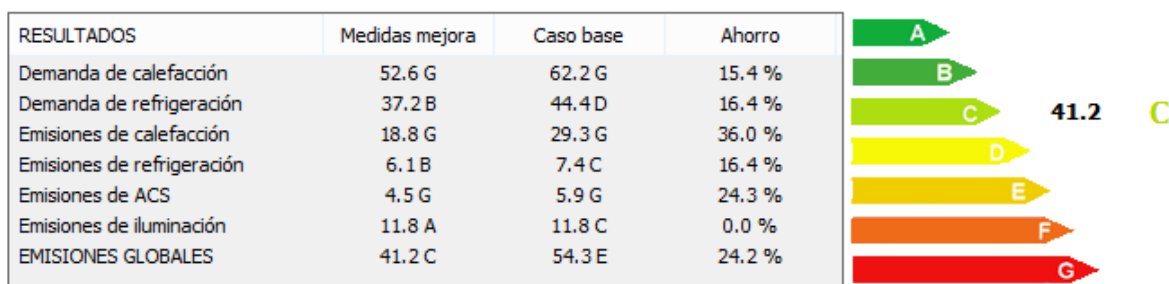


Figura 44 Estat edifici després de realitzar les millores



1.13. Estudi viabilitat econòmica

Les millores proposades com s'ha vist anteriorment tenen un cost i en aquest apartat l'objectiu és analitzar si aquestes inversions es recuperaran en un temps adequat.

L'estudi de viabilitat s'ha dividit en tres parts, en la part d'il·luminació, finestres i sistema de calefacció, per tenir una idea de quina és la viabilitat econòmica de cada una de les millores proposades.

Els càlculs complets es troben en l'annex 2,7 on a més de presentar els càlculs es troben les fonts que s'han utilitzat per tal de realitzar-los.

- Canvi d' Il·luminació

Taula 53 Resum viabilitat econòmica d'il·luminació

Cost actual (€)	Cost inversió(€)	Estalvi (€/any)	Payback (anys)
3483,03	12093,03	1843,88	6 anys i 6 mesos

- Canvi de finestres

Taula 54 Resum viabilitat econòmica del canvi de finestres

Cost actual (€/any)	Cost inversió (€)	Estalvi (€/any)	Payback (anys)
9374,54	25641,52	1446,8	17 anys i 8 mesos

- Canvi sistema calefacció

Taula 55 Resum viabilitat econòmica del canvi dels emissors de calor del sistema de calefacció

Cost actual (€/any)	Cost inversió (€)	Estalvi (€/any)	Payback (anys)
9374,54	8034,65	3729,33	2 anys 2 mesos



Les mesures proposades formen part tant de les instal·lacions actives (elèctrica, calefacció etc.) com dels elements passius (envoltant tèrmic, finestres etc.), però el criteri per avaluar la seva amortització es divers. Pel que fa a les instal·lacions actives d'un edifici els anys límit, segons l'agència tributaria ,per tal d'amortitzar la inversió son 20 anys i pel que fa als elements passius és de 34 anys.

Per tant cal a dir que en tots els àmbits de millora s'està per sota d'aquest valors i les inversions es poden amortitzar de manera adequada.



1.14. Conclusions

Es conclou que el present estudi ha servit per realitzar un estudi energètic no complert de l'edifici CEIP Sant Jordi de Puigverd de Lleida, ja que s'ha realitzat en un període curt de temps i les dades preses no fan reflex de les condicions de tot l'any. A més a més el període escollit per dur a terme les mesures ha estat quan l'edifici no estava en funcionament.

Partint d'aquesta base s'ha simulat mitjançant programes informàtics les característiques de l'edifici i en conjunt amb les dades preses i la simulació es conclou que a l'escola hi ha un problema de confort interior i unes demandes de refrigeració i calefacció molt elevades, a més de incomplir la normativa en gairebé tots els tancaments i finestres.

Les solucions estudiades per als problemes esmentats són canvi de les finestres, aïllament exterior de tot l'edifici, canvi de totes les lluminàries per tecnologia LED i canvi en el sistema de calefacció.

Un cop estudiades cadascuna de les millores es conclou que dur a terme un canvi en l'aïllament de l'edifici suposa un empitjorament en les condicions d'estalvi en refrigeració i una gran millora en calefacció, però és una gran inversió per dur-la a terme, ja que només realitzant el canvi de finestres s'obté la millora en la demanda de calefacció i refrigeració de l'edifici, és per això que la millora que s'hauria de realitzar és la del canvi de totes les finestres de l'edifici.

Per el que fa al canvi de les lluminàries és una inversió que s'amorteix molt ràpidament i és molt beneficiosa per l'estalvi energètic i econòmic.

Com a última millora estudiada, el canvi en els emissors de calor o radiadors, resulta una mesura molt adequada ja que es detecta un problema en la demanda de calefacció i una situació precària en les condicions ambientals interiors en hivern, així com un consum d'energia no renovable com el gas-oil molt elevat.

El cost es veu reduït notablement a causa de la reducció d'hores de funcionament dels equips i la inversió del canvi en la calefacció es amortitzada en menys de tres anys .

Cal a dir finalment que també es una conclusió important el fet que he après molts conceptes i procediments nous gracies a la realització d'aquest treball i ha fet que creixi com a estudiant i futura professional.



2. Annexes



2.1. Definicions

ACS

Sigla d'aigua calenta sanitària.

Aïllament tèrmic

Els aïllants tèrmics que es col·loquen en sostres, envans i murs tenen la propietat d'impedir el pas de la calor en els dos sentits; per això eviten que a l'hivern s'escapi el calor a l'exterior i que a l'estiu entri la calor a l'habitatge. Els materials aïllants poden ser d'origen vegetal (suro, fibra de fusta, etc.) o sintètic (escuma de poliuretà, poliestirè, escumes fenòliques, etc.). Es poden col·locar sobre la cara interna o externa dels paraments, o fins i tot, en l'interior dels mateixos, si existís cambra d'aire i es pogués injectar en aquesta.

Calor (Q)

Forma d'energia en trànsit, que es manifesta a causa d'una diferència de temperatures. La seva notació és la lletra Q i les seves unitats són el Joule (J) al sistema internacional (SI) i la caloria (cal) en el sistema cegesimal (CGS).

Tancament

Element constructiu de l'edifici que el separa de l'exterior, ja sigui aire, terreny o altres edificis.



Confort tèrmic

Condicció a partir de la qual l'usuari sent satisfacció respecte a l'ambient tèrmic en el que està. El confort depèn de factors personals (activitat física i vestimenta) i factors ambientals (temperatura de l'aire, temperatura radiant mitjana, velocitat de l'aire, humitat relativa de l'aire).

Condicions higrotèrmiques

Són les condicions de temperatura seca i humitat relativa, que prevalen en els ambients exterior i interior per al càlcul de les condensacions intersticials.

Conductivitat Tèrmica $W / (m \cdot K)$

Quantitat de potència calorífica que es transmet a través de la unitat de gruix d'un material, quan la diferència de temperatura entre les dues cares és d'un grau.

Components de l'edifici

S'entén per components de l'edifici, els que apareixen l'envoltant d'edificació: tancaments, buits i ponts tèrmics.

Coberta

Conjunt d'elements que constitueixen el tancament superior d'un edifici, i que estan compresos entre la superfície inferior de l'últim sostre, i l'acabat en contacte amb l'ambient exterior.



Coberta plana

Aquelles pendents, les quals no superen el 5% d'inclinació.

Demanda energètica

És l'energia necessària per mantenir, en l'interior de l'edifici, unes condicions de confort definides reglamentàriament en funció de l'ús de l'edifici i la zona climàtica on s'ubiqui. Es compon de la demanda energètica de calefacció, corresponent als mesos de la temporada de calefacció i de refrigeració, respectivament.

Desenvolupament Sostenible

Aprofitament dels recursos que satisfan les necessitats actuals, protegint el medi ambient, sense posar en perill la capacitat de les generacions futures per a satisfer les seves.

Eficiència Energètica

Conjunt de programes i estratègies per reduir l'energia que fan servir determinats dispositius i sistemes, sense que es vegi afectada la qualitat dels serveis subministrats.

Envoltant tèrmica

Es compon dels tancaments de l'edifici que separen els recintes habitables de l'ambient exterior, i les particions interiors que separen els recintes habitables dels no habitables, que al seu torn estiguin en contacte amb l'ambient exterior.



Façana

Tancament en contacte amb l'exterior, la inclinació del qual, no pot ésser superior a 60° respecte a la horitzontal. Tancament vertical que envolta donant privacitat a l'interior, i serveix de protecció davant els fenòmens climàtics.

Impacte ambiental

Canvi, temporal o espacial, provocat en el medi ambient per l'activitat humana.

Monocapa

Revestiment per a façanes constituït per un morter de ciment i / o calç aplicat directament sobre el tancament (maó, bloc de formigó, etc.) que substitueix el sistema tradicional d'acabat més pintura.

Partició interior

Element constructiu de l'edifici que divideix el seu interior en recintes independents. Poden ser verticals o horitzontals (sòls i sostres).

Pont tèrmic

Són les zones de l'envoltant de l'edifici en què s'evidencia una variació de la uniformitat de la construcció, ja sigui per un canvi del gruix del tancament, dels materials emprats, per penetració d'elements constructius amb diferent conductivitat, etc., el que comporta necessàriament una minoració de la resistència tèrmica respecte a la resta dels tancaments.



Resistència tèrmica (m^2K / W)

Invers de la conductància tèrmica, és a dir, diferència de temperatures necessària per a què es produeixi un traspàs de calor per unitat de temps a través d'un material. La resistència tèrmica, representa la capacitat d'un material de dificultar el flux de la calor. En el cas dels tancaments, és la raó entre el gruix i la conductivitat tèrmica .

En el cas que, la calor passi a través d'un material format per diversos components, les resistències poden ser calculades per separat, sent la resistència del conjunt, la suma de les resistències parcials obtingudes. El flux de calor sempre va de la temperatura més alta a la temperatura més baixa.

Transmitància tèrmica (U) ($W/m^2 K$)

És el flux de calor, en règim estacionari, dividit per l'àrea i per la diferència de temperatures dels medis situats a cada costat de l'element que es considera. És la inversa de la resistència tèrmica (R).



2.2. Càlcul demanda ACS

Per dimensionar la instal·lació d'ACS cal tenir una estimació del consum d'aigua que es té en la zona de la cuina i serveis, ja que són els únics espais que disposen d'aigua calenta. Segons el CTE cada estança té uns valors mínims de demanda d'ACS, segons la finalitat de la sala, la qual cal que estigui a 60 °C per motius de seguretat i salut segons la normativa. Per determinar la demanda d'ACS s'extreuen els valors de la *Taula 56*, la qual mostra els consums segons el tipus d'estança que s'estudia.

Taula 56 Consums ACS codi tècnic de l'edificació

Criterio de demanda	Litros/dia·unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

A partir de la demanda diària d'ACS es pot extreure la càrrega mensual d'escalfament de l'aigua de l'estança. Aquesta càrrega es calcula a partir de l'expressió que es mostra tot seguit.



$$DACS = C \cdot N_{mes} \cdot \rho_a \cdot C_{paigua} \cdot (T_{ACS} - T_{xarxa}) \quad (1)$$

On:

D_{ACS} = Demanda d'ACS (MJ)

C = Consum d'ACS ($\frac{L}{dia}$)

N_{mes} = Nombre de dies del mes

ρ_a = Densitat de l'aigua ($1 \frac{Kg}{dm^3}$)

C_{paigua} = Calor específic de l'aigua ($4186 \frac{J}{Kg \cdot C}$)

Per obtenir la temperatura de subministrament d'aigua de la xarxa, l'IDAE facilita una taula amb el recull de temperatures a Lleida durant tot l'any. Les dades es mostren en la *Taula 57*.

Taula 57 Temperatures al llarg de l'any a Lleida.

Temperatura de l'aigua de xarxa													
Mes	Gen	Feb	Març	Abr	Maig	Jun	Jul	Agost	Set	Oct	Nov	Des	Any
Temp (°C)	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3

Un cop es disposa de totes les dades es procedeix al càlcul de la demanda energètica mensual d'ACS, la qual determina la potència necessària per cobrir les necessitats segons el volum d'acumulació. La taula 58 recull tots els resultats.



Taula 58 Resum de resultats del consum d'ACS en l'edifici

<i>Mes</i>	<i>Dies del mes</i>	<i>Consum (L/dia)</i>	<i>T_{ús} (°C)</i>	<i>T_{xarxa} (°C)</i>	<i>D_{ACS} (MJ)</i>
Gener	31	12	60	5	85,6
Febrer	28	12	60	6	75,9
Març	31	12	60	8	80,9
Abril	30	12	60	10	75,3
Maig	31	12	60	11	76,3
Juny	30	12	60	12	72,3
Juliol	31	12	60	13	73,1
Agost	31	12	60	12	74,7
Setembre	30	12	60	11	73,8
Octubre	31	12	60	10	77,8
Novembre	30	12	60	8	78,3
Desembre	31	12	60	5	85,6



2.3. Estudi elecció tancaments

Com a possibles solucions es comparen 3 materials aïllants agafats aleatòriament: suro natural, llana mineral i finalment poliuretà expandit. Tot seguit a la taula es pot observar les transmissibilitats de cadascun dels materials. En tots els casos s'ha escollit un espessor de 5 cm.

Taula 59 Comparativa materials aïllament

Material	Transmissibilitat (W/m ² · K)	Coefficient tèrmic (W/m · K)	Espessor (cm)
Suro natural	0,76	0,038	5
Llana mineral	0,82	0,041	5
Poliuretà expandit	0,42	0,021	5

Com es pot comprovar, la millor opció és el poliuretà expandit ja que és el material amb més baix coeficient tèrmic i per tant el més aïllant. L'aspecte ambiental també és molt important i el suro natural tot i no ser el més aïllant és un material natural i més beneficiós per el medi ambient, no obstant la diferencia de transmissibilitat tèrmica fa que l'elecció sigui el poliuretà expandit.



2.4. Estudi elecció finestres

Per el que fa a les finestres s'ha estudiat quin tipus de finestra faria complir la normativa.

El tipus de vidre on a part del monolític del qual es disposa actualment s'han estudiat dos tipus més, doble vidre de 4mm de gruix amb una càmera d'aire de 12mm i un doble vidre de 6mm de gruix amb una càmera de 16mm, en ambdós casos essent els vidres de baixa emissivitat.

També, s'han analitzat diferents materials per a conformar el marc: fusta, PVC, metàl·lic i alumini, obtenint així una taula amb les transmissàncies que es tindrien utilitzant les diferents combinacions possibles (per duu a terme el càlcul s'ha aproximat en un 70% la superfície del vidre i un 30% la del marc).

Taula 60 Comparativa materials per als tancaments

Transmitància tancaments		W/m²·K	
	<i>Monolític</i>	<i>4+12+4 b.e.</i>	<i>6+16+6 b.e.</i>
Ferro	5,70	2,93	2,48
Fusta	4,65	1,88	1,43
Alumini	4,94	2,17	1,72
PVC	4,68	1,91	1,46

Analitzant les dades trobades en la taula, s'observa que només substituint les finestres, sigui quin sigui el tipus de material escollit i el tipus de vidre, ja es compleix la normativa.

Si s'analitzen els resultats obtinguts des del punt de vista energètic, el millor tipus de vidre serà el de doble capa de 6mm d'espessor separats per una cambra d'aire de 16mm i aquest, combinat amb un marc de fusta, amb resultat molt similar al del PVC.

Així doncs per acabar de definir el tipus de marc, es buscaran diferents tipus d'aquest per cada material procedint de la següent forma:



S'han buscat pressupostos d'una finestra que s'han de canviar, essent aquesta d'una sola fulla amb dimensions 100x110 cm i amb el mateix tipus de vidre, per a que aquest no influeixi en la decisió del marc.

Taula 61 Comparativa econòmica dels diversos tipus de marc a instal·lar en finestres

	Tipus	Preu
Alumini	Alumini	225 €
	Alumini+TPT	278 €
Fusta	Perfil V0-68 Pino	235 €
	Perfil V0-68 Meranti	235 €
PVC	Aluplast Ideal 4000	120 €
	Salamander BlueEvolution 73	120 €
	Veka	85 €

S'observa doncs, que l'alumini és el material més car seguit de la fusta i el PVC.

Tenint en compte els tres factors anteriors, si es puntua cada material de l'1 al 3 (essent 1 el millor i 3 el pitjor) en cada un d'ells ens queda:

Taula 62 Comparativa entre els diferents marcs de les finestres

Material	Transmitància	Preu	Manteniment	Total
Alumini	3	3	1	7
Fusta	1	2	3	6
PVC	2	1	1	4

Vistos els resultats, s'escull el material PVC per al marc de les finestres.

Per escollir el Vidre, es calcula el preu de la mateixa finestra, amb el marc de PVC escollit i muntant-li diferents vidres 4/16/4 amb cambra d'aire o d'argó i a més a més un triple vidre amb doble cambra d'argó.



Taula 63 Comparativa de tipologia de vidres

		Transmitància	
Vidres	Preu	finestra	Certificat
4/16(Argó)/4	85 €	1,33	B
4/16(Aire)/4	82 €	1,56	C
4/12(Argó)/4/12(Argó)/4	122 €	0,95	A

Tot i que el triple vidre té unes propietats tèrmiques més bones, supera el preu de les altres opcions entorn un 50% per tant es descarta i s'escull el doble vidre amb cambra d'Argó, doncs és la millor opció en relació preu-transmitància.



2.5. Fitxes tècniques i dades econòmiques

- Fitxa tècnica Il·luminàries pressupostades

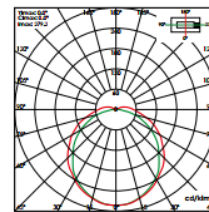
Berlín Plus



IP LUMINÀRIA: 65
IK: 08
Ra: >80
HORAS DE VIDA: L70:50.000h
COLOR: Gris
CORPO: Policarbonato
CIERRE: Policarbonato

LUMINÀRIA IP: 65
IK: 08
Ra: >80
LIFETIME: L70:50.000h
COLOR: Gray
BODY: Polycarbonate
DIFFUSER: Polycarbonate

IP LUMINAIRE: 65
IK: 08
Ra: >80
HEURES DE VIE: L70:50.000h
COULEUR: Gris
CORPS: Polycarbonate
DIFFUSEUR: Polycarbonate



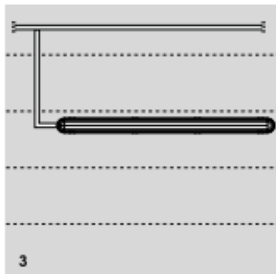
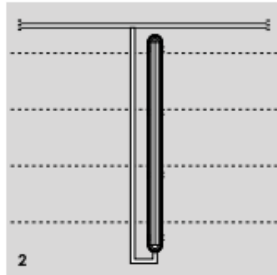
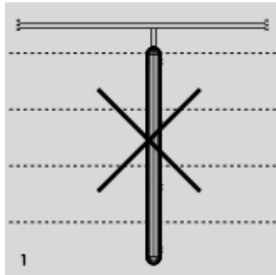
Berlín Plus LED 600mm



IP LUMINÀRIA: 65
IK: 08
Ra: >80
VIDA: L70:50.000h
COR: Cinza
CORPO: Policarbonato
DIFUSOR: Policarbonato



POSICIÓN DE MONTAJE EN PARED
WALL MOUNTING POSITION
WALL POSITION DE MONTAGE
PAREDE POSIÇÃO DE MONTAGEM



- N** 1. Montaje incorrecto en pared.
2. Montaje correcto en pared.
3. Montaje correcto en pared.
- E** 1. Incorrect wall mounting.
2. Right wall mounting.
3. Right wall mounting.
- P** 1. Une Mauvaise Fixation Murale.
2. Montage Mural Correct.
3. Montage Mural Correct.
- P** 1. Montagem na parede imprópria.
2. Montagem na parede correta.
3. Montagem na parede correta.

ACCESORIOS
ACCESSORIES
ACCESSOIRES
ACESSÓRIOS



958561

Kit 6 clips inox Berlin Plus 18W
Clips kit 6 inox Berlin Plus 18W
Kit 6 clips inox Berlin Plus 18W
Kit 6 clips inox Berlin Plus 18W

958578

Kit 8 clips inox Berlin Plus 36W
Clips kit 8 inox Berlin Plus 36W
Kit 8 clips inox Berlin Plus 36W
Kit 8 clips inox Berlin Plus 36W

958585

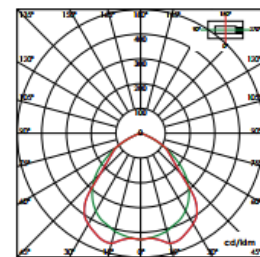
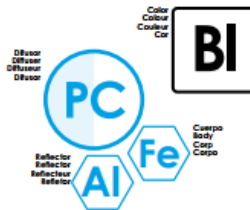
Kit 10 clips inox Berlin Plus 58W
Clips kit 10 inox Berlin Plus 58W
Kit 10 clips inox Berlin Plus 58W
Kit 10 clips inox Berlin Plus 58W

BAJO PEDIDO/ON REQUEST/SUR COMMANDE/A PEDIDO

- N** • Temperatura de color 6.500K.
• Regulación 1-10V disponible en todas las modulaciones.
• Regulación DALI disponible en modulaciones de 1200 y 1500mm.
• Kit de emergencia disponible en modelo 2x en modulaciones de 1200 y 1500mm.
• Sensor de presencia y luminosidad disponible en modelo 2x en modulaciones de 1200 y 1500mm.
- E** • Color temperature 6.500K.
• 1-10V regulation available in all modulations.
• DALI regulation available in modulations of 1200mm and 1500mm.
• Emergency kit available in 2x model in modulations of 1200 and 1500mm.
• Presence and brightness sensor available in 2x model in modulations of 1200 and 1500mm.
- P** • La température de couleur est 6.500K. Règlement 1-10V disponible dans toutes les modulations.
• Modulations de contrôle DALI disponibles en 1200 et 1500mm.
• Kit disponible en 2x modulations modèle 1200 et 1500mm d'urgence.
• Présence et capteur de lumière disponible en 2x modulations modèle 1200 et 1500mm.
- P** • Temperatura de cor 6.500K. Regulamento 1-10V disponível em todas as modulações.
• Modulações de controlo DALI disponíveis em 1200 e 1500mm.
• Kit de emergência disponível em modulações 2x modelo 1200 e 1500mm.
• Presença e sensor de luz disponível em modulações 2x modelo 1200 e 1500mm.



Magnum LED THIN



Magnum thin





CÓDIGO	P _{LED}	P _{LUMINARIA}	I	Cosφ	Φ _{LED}	Φ _{LUMINARIA}	CCT	Nº LEDs	DIMENSIONES (X-Y-Z)
206495	1 x 13W	15W	350mA	0.90	1.641lm	1.362lm	3.000K	24	583 x 117 x 61mm
206501	1 x 13W	15W	350mA	0.90	1.710lm	1.419lm	4.000K	24	583 x 117 x 61mm
206518	2 x 11W	24W	300mA	0.94	2.880lm	2.073lm	3.000K	48	583 x 170 x 61mm
206525	2 x 11W	24W	300mA	0.94	3.000lm	2.160lm	4.000K	48	583 x 170 x 61mm
204637	1 x 22W	24W	300mA	0.93	2.880lm	2.390lm	3.000K	48	1.183 x 117 x 61mm
204644	1 x 22W	24W	300mA	0.93	3.000lm	2.490lm	4.000K	48	1.183 x 117 x 61mm
204651	1 x 26W	28W	350mA	0.95	3.282lm	2.724lm	3.000K	48	1.183 x 117 x 61mm
204668	1 x 26W	28W	350mA	0.95	3.420lm	2.839lm	4.000K	48	1.183 x 117 x 61mm
204675	1 x 30W	32W	390mA	0.95	3.696lm	3.068lm	3.000K	48	1.183 x 117 x 61mm
204682	1 x 30W	32W	390mA	0.95	3.850lm	3.196lm	4.000K	48	1.183 x 117 x 61mm
204699	2 x 22W	46W	300mA	0.96	5.760lm	4.147lm	3.000K	96	1.183 x 170 x 61mm
204705	2 x 22W	46W	300mA	0.96	6.000lm	4.319lm	4.000K	96	1.183 x 170 x 61mm
204712	2 x 26W	54W	350mA	0.97	6.564lm	4.725lm	3.000K	96	1.183 x 170 x 61mm
204729	2 x 26W	54W	350mA	0.97	6.840lm	4.924lm	4.000K	96	1.183 x 170 x 61mm
204736	1 x 28W	30W	300mA	0.95	3.600lm	2.988lm	3.000K	60	1.483 x 117 x 61mm
204743	1 x 28W	30W	300mA	0.95	3.750lm	3.113lm	4.000K	60	1.483 x 117 x 61mm
380959	2 x 28W	57W	300mA	0.97	7.200lm	5.183lm	3.000K	120	1.483 x 170 x 61mm
207911	2 x 28W	57W	300mA	0.97	7.500lm	5.399lm	4.000K	120	1.483 x 170 x 61mm
380966	2 x 37W	76W	390mA	0.96	9.240lm	6.652lm	3.000K	120	1.483 x 170 x 61mm
207935	2 x 37W	76W	390mA	0.96	9.625lm	6.929lm	4.000K	120	1.483 x 170 x 61mm



1x



2x



- Fitxa tècnica caldera sistema de calefacció

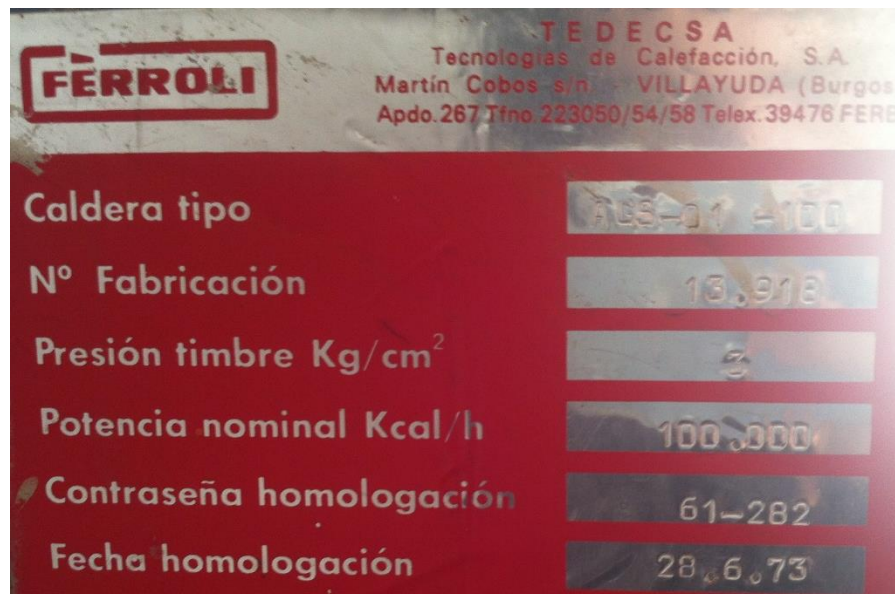


Figura 45 Dades tècniques de la caldera de calefacció de gas-oil



- Fitxa tècnica cremador Sistema de calefacció

Caractéristiques techniques

Type de brûleurs		TIGRA 2 CF 510 R	TIGRA 2 CF 710 R	TIGRA 2 CF 510	TIGRA 2 CF 710	MS 910*	MS 1210 1A*	MS 1210 2A*
LOGISTIQUE		C	C	C	C	A	A	A
Puissance flamme	kW	18,5 à 35	29 à 66	25 à 35	29 à 66	47 à 105	85 à 152	90 à 152
Puissance utile chaudière	kW	17 à 32	27 à 61	23 à 32	27 à 61	43 à 97	78 à 140	81 à 140
Pression d'injection réglée en usine	bar	12	12	12	12	12	12	11-21
Éléments raccordés par connecteur électrique		Transformateur moteur, boîte de contrôle, vanne, réchauffeur 55 w			Transformateur moteur, boîte de contrôle, vanne			
Alimentation électrique		Mono 230 V - 50 Hz monophasé						
Puissance absorbée	kW	0,17	0,18	0,14	0,14	0,19	0,18	0,22
Poids net	kg	10	10	10	10	12	13	13
Poids brut	kg	11	11	11	11	13	14	14

* SICMA

Modèles	Puissance utile chaudière kW	Débit du fluide domestique kg/h	Pression d'injection réglée en usine bar	Éléments raccordés par connecteur électrique embrochables	Alimentation électrique	Puissance absorbée	Poids net kg	Poids brut kg
CF 510	23 à 32	2,1 à 3,02	12	x	Mono 230 V 50 Hz	0,14	10	11
CF 510 R	17 à 32	1,6 à 3,02	12	x réchauffeur	Mono 230 V 50 Hz	0,17	10	11
CF 710	27 à 60,7	2,4 à 5,55	12	x	Mono 230 V 50 Hz	0,14	10	11
CF 710 R	27 à 60,7	2,4 à 5,55	12	x réchauffeur	Mono 230 V 50 Hz	0,18	10	11
MS 910	43,2 à 96,6	3,95 à 8,85	12	x	Mono 230 V 50 Hz	0,19	12	13
MS 1210-1A	78,2 à 139,8	7,20 à 12,80	12	x	Mono 230 V 50 Hz	0,18	13	14
MS 1210-2A	78,2 à 139,8	7,20 à 12,80	11-21	x	Mono 230 V 50 Hz	0,22	13	14

x : Transformateur - Moteur - Boîte de contrôle - Vanne (bobine démontable).

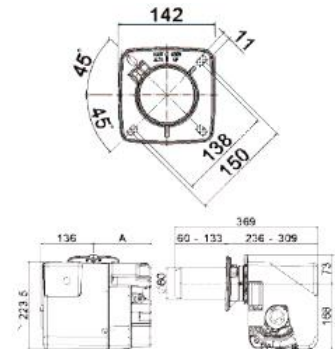


Figura 46 Dades tècniques del cremador del sistema de calefacció



- Dades econòmiques preu de la llum elèctrica

Precio de la electricidad a tiempo real para tarifas PVPC

Te mostramos del precio real horario de la electricidad. De esta forma puedes planificar tu consumo, ya que conocerás las horas más baratas y las más caras.

Recuerda que a los clientes con tarifa PVPC telegestionados se les factura por horas, es decir, aplicando al consumo real de cada hora el precio real horario, precio que puedes consultar aquí.

Escoge tu tarifa

Normal



Elige un día

15/09/2017

15 de Septiembre 2017

Precio a las 10:40

▼ 0,11317 €/KWh

Precio medio del día

0,11068

€/KWh



Hora más barata

02h-03h



Hora más cara

21h-22h



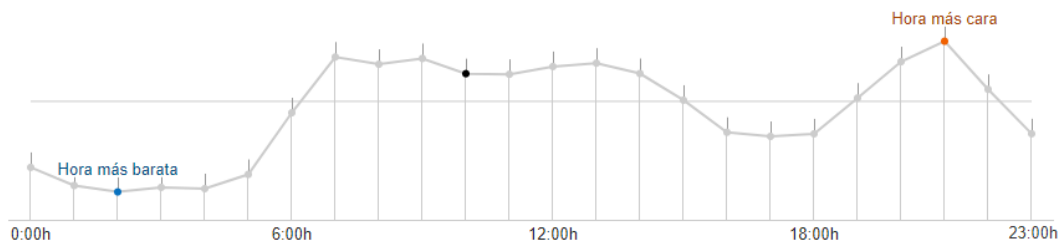
0,10256
€/KWh

0,11608
€/KWh

0,10256 €/KWh

0,11608 €/KWh

Evolución del precio a lo largo del día





- Característiques i dades econòmiques gas-oil



A. INFORME DE PRECIOS ENERGÉTICOS: COMBUSTIBLES Y CARBURANTES

Datos a 26 de agosto del 2013

1. Precios energéticos liberalizados

Con impuestos(*)		
Tipo	€/l	c€/kWh
Gasolina 95	1,457	16,32
Gasóleo A	1,371	13,79
Gasóleo C	0,914	8,50
Gas Licuado Petróleo (motor)	0,776	11,77
	€/t	c€/kWh
Fuelóleo	672,43	6,30

Tipo de combustible		PCI (GJ/t)	PCI (kWh/Kg)	PCI (kcal/Kg)	PCI (tep/t)
Petróleo y productos petrolíferos	Petróleo Bruto	42,55	11,82	10.190	1,0190
	Materias primas de refinería	39,88	11,08	9.550	0,9550
	GLP	45,89	12,75	10.990	1,0990
	Propano	46,20	12,83	11.063	1,1063
	Butano	44,78	12,44	10.723	1,0723
	Queroseno	42,89	11,91	10.270	1,0270
	Gasolina	43,89	12,19	10.510	1,0510
	Gasolina aviación	43,89	12,19	10.510	1,0510
	Gasóleo automoción	42,47	11,80	10.170	1,0170
	Otros gasóleos	42,47	11,80	10.170	1,0170
	Fuelóleo	39,88	11,08	9.550	0,9550
	Alquitrán	39,88	11,08	9.550	0,9550
	Nafta	43,89	12,19	10.510	1,0510
	Lubricantes	39,88	11,08	9.550	0,9550
	Coque de petróleo	31,90	8,86	7.640	0,7640



2.6. Càlcul viabilitat econòmica de les millores

2.6.1. Càlcul viabilitat econòmica millora en finestres

Un cop realitzat l'estudi mitjançant el programa CE3x s'obté que la demanda en calefacció de l'edifici és de 52,6 KW·h/m² i és la base d'aquest càlcul.

$$D_{mcT} = D_{mc} \cdot A_u = 52,6 \cdot 734,46 = 38632,596 \text{ kW} \cdot h \quad (2)$$

On:

D_{mcT} = Demanda total calefacció despés de la millora en finestres kW · h

D_{mc} = Demanda calefacció despés de la millora en finestres kW · h/m²

A_u = Superfície útil escola m²

Un cop s'obtenen els kW·h que requereix l'edifici es calcula la potencia que els emissors de calor (radiadors) que estan instal·lats actualment i la quantitat d'hores que son necessàries per satisfer la demanda calculada en l'equació 4.

$$P_e = P_r \cdot N = 74 \text{ W} \cdot 655 = 48470 \text{ W} = 48,47 \text{ kW} \quad (3)$$

On:

P_e = Potència total que aporten els emissors de calor kW

P_r = Potencia per element dels emissors de calor W

N = Nombre d'elements en l'edifici

$$H = \frac{D_{mcT}}{P_e} = \frac{38632,596 \text{ KW} \cdot h}{48,47 \text{ KW}} = 797,04 \text{ h} \quad (4)$$

On:

H = nombre d'hores a l'any per tal de satisfer la demanda de calefacció



$$C = \text{Consum caldera} \cdot H = 9,25 \cdot 797,04 = 7372,63 \text{ Kg} = 8673,68 \text{ l} \quad (5)$$

On:

C = Consum de sistema de calefacció en l a l'any, sabent que 1 l gasoil = 850 grams

Consum caldera

= Consum de l'equip de calefacció $\frac{\text{Kg}}{\text{h}}$, sabent que el consum de la caldera és de $\frac{100000 \text{ Kcal}}{\text{h}}$ i el poder calorífic del gasoil és de $10800 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$.

H = nombre d'hores a l'any per tal de satisfer la demanda de calefacció

$$\text{Cost}_{\text{millorafinestres}} = C \cdot \text{Preu}_g = 8673,68 \cdot 0,914 = 7927,74 \text{ € l'any} \quad (6)$$

On:

Preu_g = Preu del gasoil C, font: IDAE dia 10/10/2017

Seguint el mateix procediment s'ha calculat el cost econòmic que suposa la situació base, es a dir, sense realitzar cap canvi en les finestres ,que parteix d'una demanda en calefacció mes elevada, en concret de 52,6 kW·h/m².

El resultat ha estat d'un cost de 9374,54 € l'any .

Finalment l'estalvi econòmic es calcula mitjançant l'equació 7.

$$\text{Estalvi} = \text{Cost}_{\text{inicial}} - \text{Cost}_{\text{millorafinestres}} = 9374,54 \text{ €} - 7927,74 \text{ €} = 1446,8 \text{ €} \quad (7)$$



$$\text{Payback} = \frac{\text{Inversió } \text{€}}{\text{Estalvi } \text{€/any}} = \frac{25641,52}{1446,8} = 17,7 \text{ anys} \quad (8)$$

2.6.2. Estudi viabilitat econòmica millora en il·luminació

Per tal de realitzar el càlcul de la viabilitat es parteix del consum actual que s'ha estimat en **10,106 kW**, mitjançant l'equació 9 es calcula el cost de mantenir aquesta potencia.

$$\text{Cost} = P_e \cdot P = 0,113 \cdot 10,106 = \frac{1,14\text{€}}{h} \cdot \frac{10h}{1\text{dia}} \cdot \frac{305}{1\text{any}} = 3483,03 \text{ €/any} \quad (9)$$

On:

$$\text{Cost} = \text{cost anual del sistema d'il} \cdot \text{luminació} \left(\frac{\text{€}}{\text{any}} \right)$$

$$P_e = \text{Preu elèctric extret d'endessa el dia 15/9/2017}$$

$$P = \text{Potència instal·lada actualment}$$

Es realitza el mateix procediment per el càlcul del cost en il·luminació amb la proposta de millora essent el consum reduït a **4,756 kW** i el cost anual a **1639,15 €/any**.

Així doncs s'aconsegueix un **estalvi de 1843,88 €/any**.

$$\text{Payback} = \frac{\text{Inversió } \text{€}}{\text{Estalvi } \text{€/any}} = \frac{12093,03}{1843,88} = 6,55 \text{ anys}$$



2.6.3. Estudi viabilitat econòmica millora en calefacció

El procediment de càlcul de la viabilitat econòmica de la millora en calefacció segueix el mateix procediment que el calculat en l'apartat 2.7.1, però en aquest cas es calculen les diferents potències en els radiadors partint d'una mateixa demanda en calefacció.

$$D_{mcT} = D_{mc} \cdot A_u = 62,2 \cdot 734,46 = 45683,412 \text{ KW} \cdot h$$

On:

D_{mcT} = Demanda total calefacció despés de la millora en calefacció $\text{KW} \cdot h$

D_{mc} = Demanda calefacció despés de la millora en finestres $\text{KW} \cdot h/\text{m}^2$

A_u = Superfície útil escola m^2

$$P_{evells} = P_{rvells} \cdot N = 74 \text{ W} \cdot 655 = 48470 \text{ W} = 48,47 \text{ kW}$$

$$P_{enous} = P_{rnous} \cdot N = 122,9 \text{ W} \cdot 655 = 80499,5 \text{ W} = 80,49 \text{ kW}$$

On:

P_e = Potència total que aporten els emissors de calor KW

P_{rvells} = Potència per element dels vells emissors de calor W

P_{rnous} = Potència per element dels nous emissors de calor W

N = Nombre d'elements en l'edifici

$$H_{vells} = \frac{D_{mcT}}{P_e} = \frac{45683,412 \text{ KW} \cdot h}{48,47 \text{ KW}} = 942,5 \text{ h}$$

$$H_{nous} = \frac{D_{mcT}}{P_e} = \frac{45683,412 \text{ KW} \cdot h}{80,49 \text{ KW}} = 567,56 \text{ h}$$

On:

H = nombre d'hores a l'any per tal de satisfer la demanda de calefacció

$$C_{vells} = \text{Consum caldera} \cdot H = 9,25 \cdot 942,5 = 7372,63 \text{ Kg} = 10256,6 \text{ l}$$

$$C_{nous} = \text{Consum caldera} \cdot H = 9,25 \cdot 567,56 = 7372,63 \text{ Kg} = 6176,38 \text{ l}$$



On:

C = Consum de sistema de calefacció en l a l'any, sabent que 1 l gasoil = 850 grams

Consum caldera

= Consum de l'equip de calefacció $\frac{Kg}{h}$, sabent que el consum de la caldera és de $\frac{100000Kcal}{h}$ i

el poder calorífic del gasoil és de $10800 \frac{Kcal}{Kg}$.

H = nombre d'hores a l'any per tal de satisfer la demanda de calefacció

$$Cost_{vells} = C \cdot Preu_g = 8673,68 \cdot 0,914 = 9374,54 \text{ € l'any}$$

$$Cost_{nous} = C \cdot Preu_g = 8673,68 \cdot 0,914 = 5645,21 \text{ € l'any}$$

On:

$Preu_g$ = Preu del gasoil C, font: IDAE dia 10/10/2017

$$Estalvi = Cost_{inicial} - Cost_{millorafinestres} = 9374,54 \text{ €} - 5645,21 \text{ €} = 3729,33 \text{ €}$$

$$Payback = \frac{Inversió \text{ €}}{Estalvi \frac{\text{€}}{\text{any}}} = \frac{8034,65}{3729,33} = 2,15 \text{ anys}$$



2.7. Informes certificacions energètiques

2.7.1 Certificat energètic estat actual



CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	CEIP Sant Jordi Puigverd		
Dirección	C/Lleida nº 2, Puigverd de Lleida		
Municipio	Lérida	Código Postal	25153
Provincia	Lleida	Comunidad Autónoma	Cataluña
Zona climática	D3	Año construcción	1932
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	0919002CG1001N0001RQ		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="radio"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="radio"/> Edificio Existente
<input type="radio"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Unifamiliar <input type="radio"/> Bloque <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Bloque completo <input type="radio"/> Vivienda individual 	<input checked="" type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Edificio completo <input type="radio"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Cristina Gimenez Peña	NIF(NIE)	48051681-N
Razón social	.	NIF	.
Domicilio	c/Rams nº 14 , Lleida		
Municipio	Lleida	Código Postal	25005
Provincia	Lleida	Comunidad Autónoma	Cataluña
e-mail:	crisgipe93@gmail.com	Teléfono	699914973
Titulación habilitante según normativa vigente	Grado en ingeniería Mecánica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
<div> <div>< 79.0 A</div> <div>79.0-128.3 B</div> <div>128.3-197.4 C</div> <div>197.4-256.6 D</div> <div>256.6-315.8 E</div> <div>315.8-394.8 F</div> <div>≥ 394.8 G</div> </div> <div>246.4 D</div>	<div> <div>< 15.1 A</div> <div>15.1-24.5 B</div> <div>24.5-37.7 C</div> <div>37.7-49.0 D</div> <div>49.0-60.3 E</div> <div>60.3-75.4 F</div> <div>≥ 75.4 G</div> </div> <div>54.3 E</div>



El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 10/10/2017

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.



Registro del Órgano Territorial Competente:



ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m ²]	709.98
Imagen del edificio	Plano de situación
	



2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
1.1	Fachada	76.09	0.46	Conocidas
1.2.1	Fachada	20.5	0.59	Conocidas
1.2.2	Fachada	3.0	0.81	Conocidas
1.2.3	Fachada	9.25	0.79	Conocidas
2.1	Fachada	115.57	0.73	Conocidas
2.2	Fachada	10.3	1.52	Conocidas
2.3.1	Fachada	9.4	0.59	Conocidas
2.3.2	Fachada	1.04	0.81	Conocidas
2.4	Fachada	2.31	0.79	Conocidas
3.1	Fachada	96.18	0.73	Conocidas
4.1	Fachada	58.47	0.73	Conocidas
4.2	Fachada	10.4	1.52	Conocidas
4.3	Fachada	24.0	0.79	Conocidas
4.4	Fachada	15.16	0.79	Conocidas
Coberta ampliació	Cubierta	94.47	5.42	Conocidas
Forjat 1 entre plantes ampliatio	Partición Interior	106.45	0.62	Estimadas
Forjat 2 entre plantes ampliatio	Partición Interior	94.47	0.83	Conocidas
Envà 2	Fachada	153.45	0.00	
Envà 1	Fachada	255.09	0.00	



Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
F2	Hueco	18.13	5.00	0.67	Estimado	Estimado
F10	Hueco	8.16	3.44	0.62	Estimado	Estimado
F3	Hueco	7.8	3.44	0.62	Estimado	Estimado
F7	Hueco	7.2	3.44	0.62	Estimado	Estimado
F4	Hueco	2.9	3.44	0.62	Estimado	Estimado
F4.	Hueco	2.9	3.78	0.63	Estimado	Estimado
F5	Hueco	25.51	3.44	0.62	Estimado	Estimado
F2.	Hueco	3.63	5.00	0.67	Estimado	Estimado
F2..	Hueco	10.88	5.00	0.67	Estimado	Estimado
F12	Hueco	2.4	3.44	0.62	Estimado	Estimado
F4..	Hueco	2.9	3.44	0.62	Estimado	Estimado
F4...	Hueco	2.9	3.44	0.62	Estimado	Estimado
F13	Hueco	0.3	3.44	0.62	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	24.0	66.0	Gasóleo-C	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	453.0
---	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	24.0	66.0	Gasóleo-C	Estimado
TOTALES	ACS				



4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
Edificio Objeto	7.75	3.10	250.00	Conocido
TOTALES	7.75			

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m²]	Perfil de uso
Edificio	709.98	Intensidad Media - 16h

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	Intensidad Media - 16h
----------------	----	-----	------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
<div><div><15.1</div><div>15.1-24.5</div><div>24.5-37.7</div><div>37.7-49.0</div><div>49.0-60.3</div><div>60.3-75.4</div><div>≥75.4</div></div> <div>54.3 E</div>		CALEFACCIÓN		ACS		
		<div>Emisiones calefacción</div> <div>[kgCO2/m² año]</div> <div>29.29</div>		G	<div>Emisiones ACS</div> <div>[kgCO2/m² año]</div> <div>5.93</div>	
		REFRIGERACIÓN			ILUMINACIÓN	
		<div>Emisiones globales</div> <div>[kgCO2/m² año]</div> <div>7.35</div>		C	<div>Emisiones iluminación</div> <div>[kgCO2/m² año]</div> <div>11.77</div>	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m² año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	19.13	13580.08
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	35.22	25006.43



La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	19.13	13580.08
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	35.22	25006.43

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
<div><div>< 79.0 A</div><div>79.0-128.3 B</div><div>128.3-197.4 C</div><div>197.4-256.6 D</div><div>256.6-315.8 E</div><div>315.8-394.8 F</div><div>≥ 394.8 G</div></div>	246.4 D	CALEFACCIÓN		ACS		
		Energía primaria calefacción [kWh/m² año]	G	Energía primaria ACS [kWh/m² año]	F	
		111.04		22.49		
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
		Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]	Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]	C	Energía primaria iluminación [kWh/m² año]	C
			43.41		69.51	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<div><div>< 10.8 A</div><div>10.8-17.5 B</div><div>17.5-26.9 C</div><div>26.9-35.0 D</div><div>35.0-43.0 E</div><div>43.0-53.8 F</div><div>≥ 53.8 G</div></div>		<div><div>< 17.4 A</div><div>17.4-28.3 B</div><div>28.3-43.6 C</div><div>43.6-56.6 D</div><div>56.6-69.7 E</div><div>69.7-87.1 F</div><div>≥ 87.1 G</div></div>	
62.2 G		44.4 D	
Demanda de calefacción [kWh/m² año]		Demanda de refrigeración [kWh/m² año]	

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales



2.7.2. Certificat energètic després de les millores

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	CEIP Sant Jordi Puigverd		
Dirección	C/Lleida nº 2, Puigverd de Lleida		
Municipio	Lérida	Código Postal	25153
Provincia	Lleida	Comunidad Autónoma	Cataluña
Zona climática	D3	Año construcción	1932
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	0919002CG1001N0001RQ		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="radio"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="radio"/> Edificio Existente
<input type="radio"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Unifamiliar<input type="radio"/> Bloque<ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Bloque completo<input type="radio"/> Vivienda individual	<input checked="" type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"><input checked="" type="radio"/> Edificio completo<input type="radio"/> Local

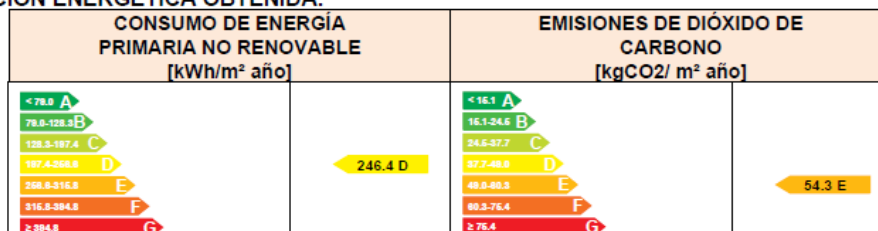
DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Cristina Gimenez Peña	NIF(NIE)	48051681-N
Razón social	-	NIF	-
Domicilio	c/Rams nº 14 , Lleida		
Municipio	Lleida	Código Postal	25005
Provincia	Lleida	Comunidad Autónoma	Cataluña
e-mail:	crisgipe93@gmail.com	Teléfono	699914973
Titulación habilitante según normativa vigente	Grado en ingeniería Mecànica		



Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3
--	---------

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 10/10/2017

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:



ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m ²]	709.98
Imagen del edificio	Plano de situación
	



2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
1.1	Fachada	76.09	0.46	Conocidas
1.2.1	Fachada	20.5	0.59	Conocidas
1.2.2	Fachada	3.0	0.81	Conocidas
1.2.3	Fachada	9.25	0.79	Conocidas
2.1	Fachada	115.57	0.73	Conocidas
2.2	Fachada	10.3	1.52	Conocidas
2.3.1	Fachada	9.4	0.59	Conocidas
2.3.2	Fachada	1.04	0.81	Conocidas
2.4	Fachada	2.31	0.79	Conocidas
3.1	Fachada	96.18	0.73	Conocidas
4.1	Fachada	58.47	0.73	Conocidas
4.2	Fachada	10.4	1.52	Conocidas
4.3	Fachada	24.0	0.79	Conocidas
4.4	Fachada	15.16	0.79	Conocidas
Coberta ampliació	Cubierta	94.47	5.42	Conocidas
Forjat 1 entre plantes ampliació	Partición Interior	106.45	0.62	Estimadas
Forjat 2 entre plantes ampliació	Partición Interior	94.47	0.83	Conocidas
Envà 2	Fachada	153.45	0.00	
Envà 1	Fachada	255.09	0.00	

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
F2	Hueco	18.13	5.00	0.67	Estimado	Estimado
F10	Hueco	8.16	3.44	0.62	Estimado	Estimado
F3	Hueco	7.8	3.44	0.62	Estimado	Estimado
F7	Hueco	7.2	3.44	0.62	Estimado	Estimado
F4	Hueco	2.9	3.44	0.62	Estimado	Estimado
F4.	Hueco	2.9	3.78	0.63	Estimado	Estimado
F5	Hueco	25.51	3.44	0.62	Estimado	Estimado
F2.	Hueco	3.63	5.00	0.67	Estimado	Estimado
F2..	Hueco	10.88	5.00	0.67	Estimado	Estimado
F12	Hueco	2.4	3.44	0.62	Estimado	Estimado
F4..	Hueco	2.9	3.44	0.62	Estimado	Estimado
F4...	Hueco	2.9	3.44	0.62	Estimado	Estimado
F13	Hueco	0.3	3.44	0.62	Estimado	Estimado



3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	24.0	66.0	Gasóleo-C	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	453.0
--	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	24.0	66.0	Gasóleo-C	Estimado
TOTALES	ACS				

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
Edificio Objeto	7.75	3.10	250.00	Conocido
TOTALES	7.75			

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

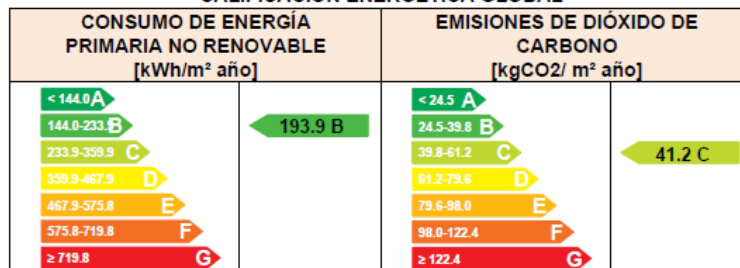
Espacio	Superficie [m²]	Perfil de uso
Edificio	709.98	Intensidad Media - 16h



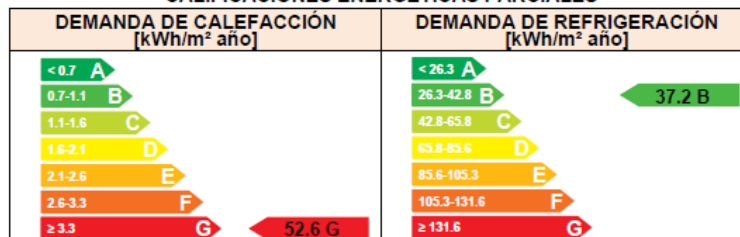
ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Canvi finestres canvi emissors de calefaccio canvi lluminaries

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	60.31	36.0%	18.58	16.4%	14.44	24.3%	35.57	0.0%	128.90	24.6%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	71.11	G 36.0%	36.30	B 16.4%	17.02	E 24.3%	69.51	A 0.0%	193.93	B 21.3%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	18.76	G 36.0%	6.15	B 16.4%	4.49	G 24.3%	11.77	A 0.0%	41.17	C 24.2%
Demanda [kWh/m² año]	52.59	G 15.4%	37.15	B 16.4%						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida
-
Otros datos de interés

Demanda de calefacción [kWh/m² año]	Demanda de refrigeración [kWh/m² año]
-------------------------------------	---------------------------------------



ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	Intensidad Media - 16h
----------------	----	-----	------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

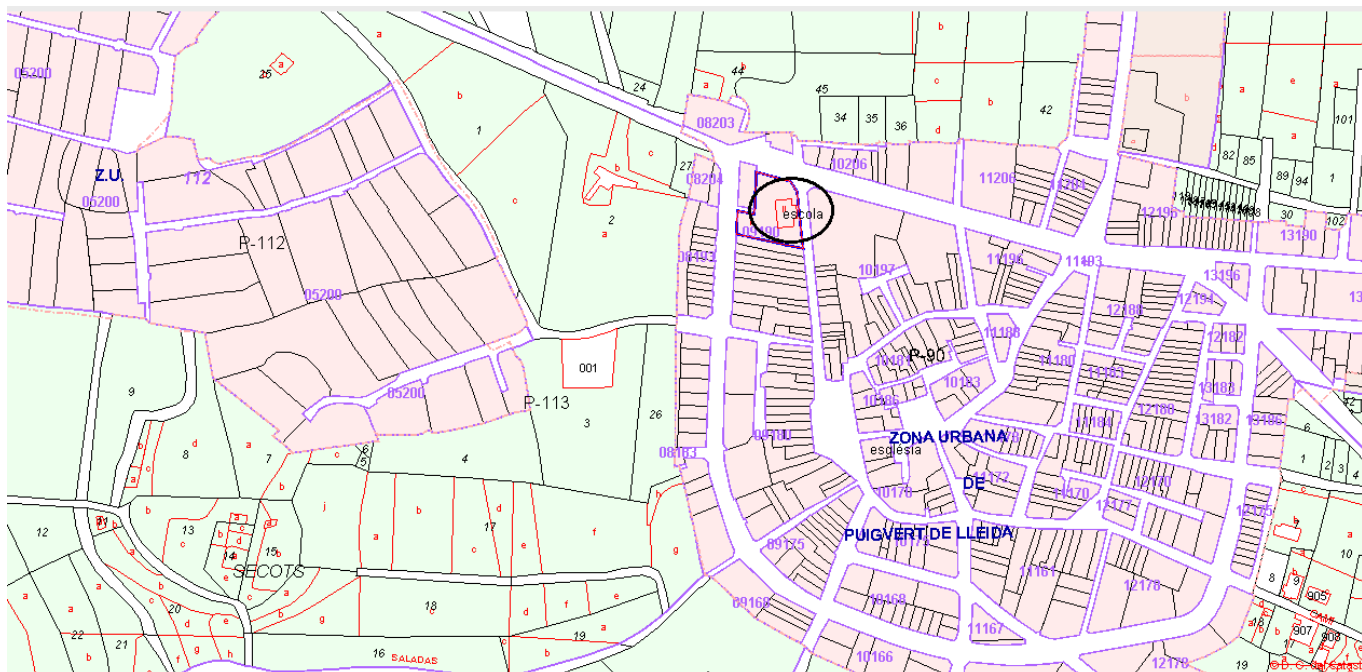
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES					
<div><div>< 15.1 A</div><div>15.1-24.5 B</div><div>24.5-37.7 C</div><div>37.7-49.0 D</div><div>49.0-60.3 E</div><div>60.3-75.4 F</div><div>≥ 75.4 G</div></div>	<div>54.3 E</div>	CALEFACCIÓN		ACS			
		<div>Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]</div>	G	<div>Emisiones ACS [kgCO2/m² año]</div>	G		
		29.29		5.93			
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN			
		<div>Emisiones globales [kgCO2/m² año]</div>		<div>Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]</div>	C	<div>Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]</div>	C
				7.35		11.77	


La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

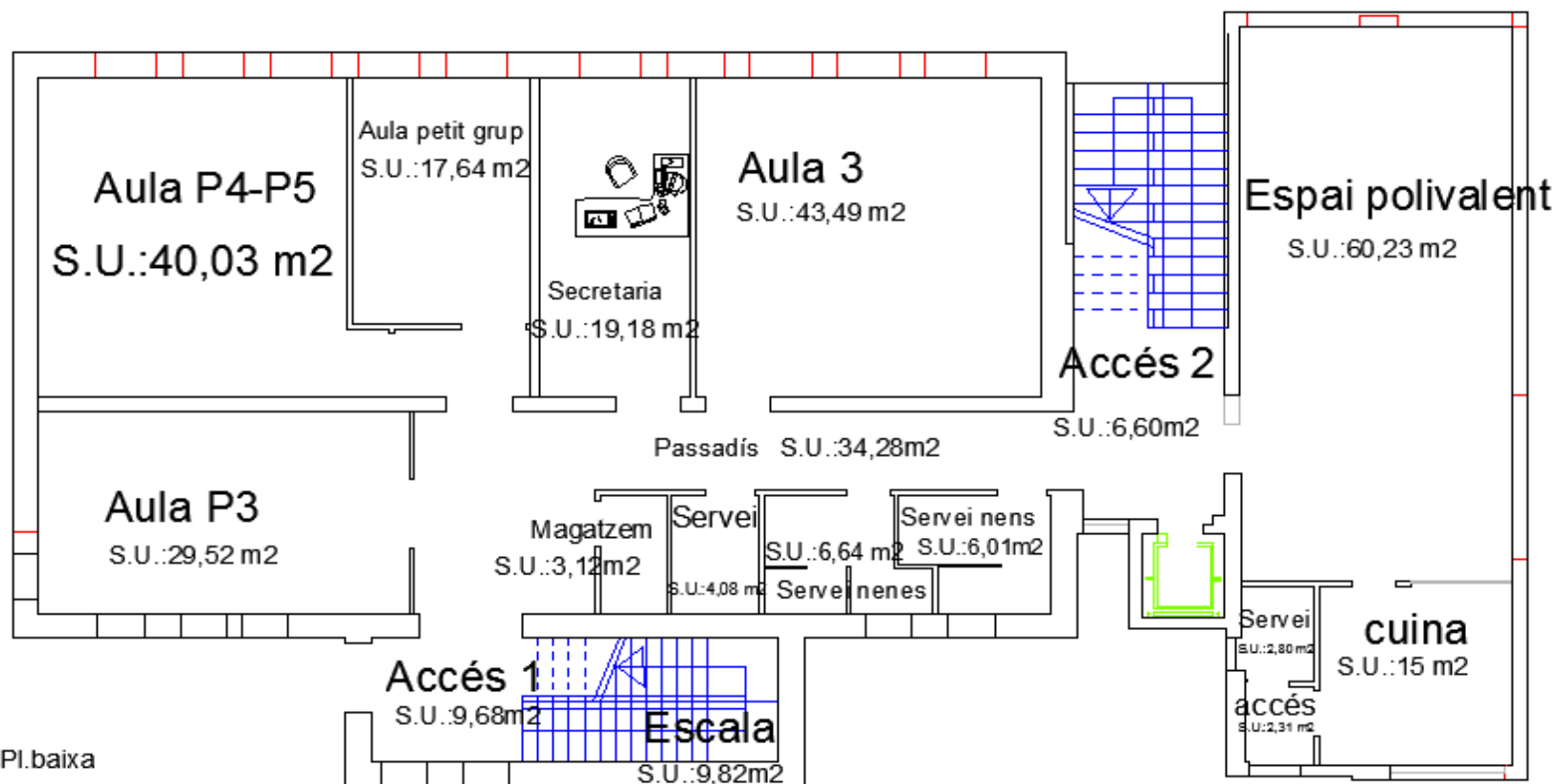
	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	19.13	13580.08
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	35.22	25006.43




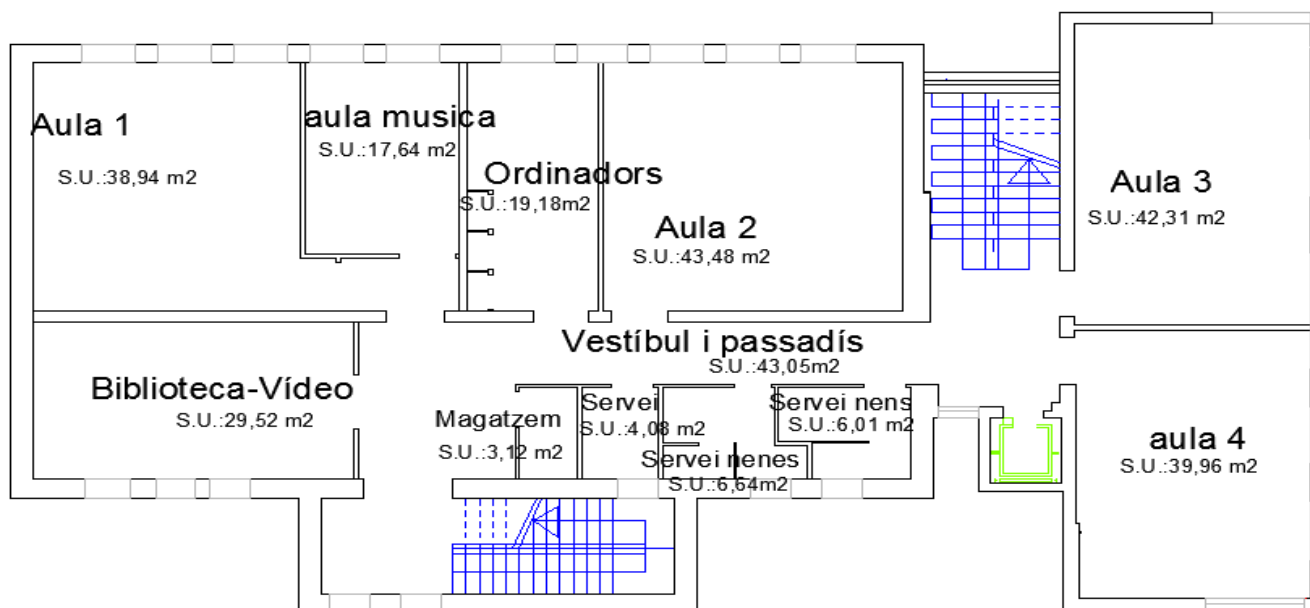
3. Plànols




 <p>ESCOLA POLITÀCNICA SUPERIOR UNIVERSITAT DE LLEIDA</p>	Títol projecte Auditoria energètica CEIP Sant Jordi i possibles mesures de millora	Nom plànol Distribució planta baixa	Número plànol 2/3
--	--	---	-----------------------------



 <p>ESCOLA POLITÀCNICA SUPERIOR UNIVERSITAT DE LLEIDA</p>	Títol projecte Auditoria energètica CEIP Sant Jordi i possibles mesures de millora	Nom plànol Distribució planta baixa	Número plànol 2/3
--	--	---	-----------------------------



 ESCOLA POLITÀCNICA SUPERIOR UNIVERSITAT DE LLEIDA	Títol projecte Auditoria energètica CEIP Sant Jordi i possibles mesures de millora	Nom plànol Distribució planta baixa	Número plànol 2/3
---	--	---	-----------------------------

4. Pressupost

Pressupost						
Instal·lació luminàries LED						
Còdi	Unitat	Descripció	Rendiment	Preu unitari	nº unitats	import
1		Materiales				
mt34ode470ba	Ud	BERLIN PLUS LED 44W 840	1,000	60,00	17,00	1020
mt34tuf010f	Ud	MAGNUN LED THIN LED44W 840	1,000	95,59	113,00	10801,67
2		Mà d'obra				
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,200	17,82	8,00	142,56
mo102	h	Ayudante electricista.	0,200	16,10	8,00	128,8
SUBTOTAL						12093,03



Finestres marc PVC i vidre Argó						
1		Materiales				
	m²	Doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica y seguridad (laminar), conjunto formado por vidrio exterior templado de color azul 6 mm cámara de gas deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 16 mm, rellena de gas argón y vidrio interior laminar de baja emisividad térmica 4+4 mm compuesto por dos lunas de vidrio de 4 mm, unidas mediante una lámina incolora de butiral de polivinilo, para hojas de vidrio de superficie menor de 2 m².	1,006	179,05	74,21	13287,3005
	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,58	3,73	6,18	23,0514
	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	6,18	7,7868
2		Mano de obra				
	h	Oficial 1ª cristalero.	0,344	18,62	40,00	744,8
	h	Ayudante cristalero.	0,344	17,42	40,00	696,8
3		Costes directos complementarios				
	%	Costes directos complementarios	2,000	195,94		3,92
1		Materiales				
	m²	Doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica y seguridad (laminar), conjunto formado por vidrio exterior templado de color azul 6 mm cámara de gas deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 16 mm, rellena de gas argón y vidrio interior laminar de baja emisividad térmica 4+4 mm compuesto por dos lunas de vidrio de 4 mm, unidas mediante una lámina incolora de butiral de polivinilo, para hojas de vidrio de superficie entre 2 y 3 m².	1,006	182,58	16,80	3067,344
	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,58	3,73	1,40	5,222
	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,40	1,764
2		Mano de obra				
	h	Oficial 1ª cristalero.	0,344	18,62	10,00	186,2
	h	Ayudante cristalero.	0,344	17,42	10,00	174,2
3		Costes directos complementarios				
	%	Costes directos complementarios	2,000	195,94		3,92

1		Materiales				
	m²	Doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica y seguridad (laminar), conjunto formado por vidrio exterior templado de color azul 6 mm cámara de gas deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 16 mm, rellena de gas argón y vidrio interior laminar de baja emisividad térmica 4+4 mm compuesto por dos lunas de vidrio de 4 mm, unidas mediante una lámina incolora de butiral de polivinilo, para hojas de vidrio de superficie mayor de 9 m².	1,006	198,84	25	4971
	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,58	3,73	2,08	7,7584
	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	2,08	2,6208
2		Mano de obra				0
	h	Oficial 1ª cristalero.	0,344	18,62	2,00	37,24
	h	Ayudante cristalero.	0,344	17,42	2,00	34,84
3		Costes directos complementarios				
	%	Costes directos complementarios	2,000	195,94		3,92
1		Materiales				
	m²	Doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica y seguridad (laminar), conjunto formado por vidrio exterior templado de color azul 6 mm cámara de gas deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 16 mm, rellena de gas argón y vidrio interior laminar de baja emisividad térmica 4+4 mm compuesto por dos lunas de vidrio de 4 mm, unidas mediante una lámina incolora de butiral de polivinilo, para hojas de vidrio de superficie entre 3 y 4 m².	1,006	183,01		1372,575
	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,58	3,73	0,62	2,3126
	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	0,62	0,7812
2		Mano de obra				0
	h	Oficial 1ª cristalero.	0,344	18,62	4,00	74,48
	h	Ayudante cristalero.	0,344	17,42	4,00	69,68
3		Costes directos complementarios				
	%	Costes directos complementarios	2,000	195,94		3,92
1		Materiales				
	m²	Doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica y seguridad (laminar), conjunto formado por vidrio exterior templado de color azul 6 mm cámara de gas deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 16 mm, rellena de gas argón y vidrio interior laminar de baja emisividad térmica 4+4 mm compuesto por dos lunas de vidrio de 4 mm, unidas mediante una lámina incolora de butiral de polivinilo, para hojas de vidrio de superficie entre 4 y 5 m².	1,006	184,53	4,25	784,2525
	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	3,73	0,35	1,3055
	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	0,35	0,441
2		Mano de obra				0
	h	Oficial 1ª cristalero.	0,344	18,62	2,00	37,24
	h	Ayudante cristalero.	0,344	17,42	2,00	34,84
SUBTOTAL						25.641,52 €



Calefacció						
1		Materiales				
mt38emi010eo	Ud	Elemento para radiador de aluminio inyectado en instalaciones de agua caliente hasta 6 bar y 110°C, de 581 mm de altura, con frontal plano y emisión calorífica 122,9 kcal/h para una diferencia media de temperatura de 50°C entre el radiador y el ambiente, según UNE-EN 442-1.	6,000	7,70	655,00	5043,50
mt38emi011a	Ud	Kit para montaje de radiador de aluminio inyectado, compuesto por tapones y reducciones, pintados y zincados con rosca a derecha o izquierda, juntas, soportes, purgador automático, spray de pintura para retoques y demás accesorios necesarios.	1,000	13,75	33,00	453,75
mt38emi013	Ud	Kit para conexión de radiador de aluminio inyectado a la tubería de distribución, compuesto por llave de paso termostática, detentor, enlaces y demás accesorios necesarios.	1,000	25,80	33,00	851,40
2		Mano de obra				
mo004	h	Oficial 1ª calefactor.	0,438	17,45	20,00	349,00
mo103	h	Ayudante calefactor.	0,438	14,70	20,00	294,00
1		Materiales				
mt38ccc020a	Ud	Central electrónica de regulación, para el control de la temperatura de los circuitos de calefacción y A.C.S., en función de las condiciones exteriores, con actuación sobre las válvulas mezcladoras, los quemadores y las bombas de circulación, y control de hasta dos calderas, compuesta por central electrónica, sonda exterior, dos sondas de inmersión en los circuitos de ida y sonda para el acumulador de A.C.S.	1,000	473,00	1,00	473,00
mt38ccc021a	Ud	Módulo de ambiente, para el control de la temperatura de cada circuito de radiadores.	1,000	161,00	1,00	161,00
mt35aia090ma	m	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	60,000	0,85	100,00	85,00
mt35cun040aa	m	Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm² de sección, con aislamiento de PVC (V). Según UNE 21031-3.	120,000	0,25	10,00	2,50
		Mano de obra				
mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	10,622	17,45	10,00	174,5
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	10,622	14,70	10,00	147
SUBTOTAL						8034,65
TOTAL						45769,20



5. Estudis amb entitat pròpia

5.1. Estudi il·luminació

Estudi il·luminació CEIP Sant Jordi de Puigverd de Lleida

Autora/r: Cristina Gimenez Peña

DIALux



El present estudi es realitza per tal de justificar les mesures adoptades en el camp d'il·luminació de l'edifici, a fi de millorar les condicions d'aquesta.

En l'estudi es representen els resultats de manera simplificada, on es mostra cadascuna de les aules amb el respectiu nom, el mapa on hi apareix les dades lumíniques en cada punt, les línies isomètriques on es relacionen colors amb espectre d'il·luminació i representació de l'aula en 3D amb les línies isomètriques i l'espectre d'il·luminació.

En el programa Dia Lux s'han classificat cadascuna de les aules en funció de la seva activitat per tal de tenir una concordança amb la normativa.

Els espais que s'han tingut en compte, juntament amb la il·luminació vertical límit son:

Centres de formació:

- Aules i sales de seminari: 300 lux
- Oficines: 300 lux
- Cuina: 500 lux
- Menjador: 200 lux
- Assaig de música: 500 lux
- Superfície de transit : 100 lux
- Sala de professors: 300 lux
- Lavabos: 200 lux



5.1.1. Tipologia de Luminàries

Hoja de datos de luminarias	Hoja de datos de luminarias
  	  
WT470C L1300 1 xLED42S/840 NB	BPS460 W22L124 1xLED48/840 MLO-PC
Flujo luminoso total 4200 lm Potencia de conexión 30.5 W	Flujo luminoso total 3500 lm Potencia de conexión 37.5 W
Descripción	Descripción
	<p>SmartForm –alumbrado de alto rendimiento y diseño atractivo. Nos sentimos mejor y rendimos más en un entorno de trabajo agradable y cómodo. Diseñada para un uso mayoritario en oficinas, tiendas y escuelas, la familia de luminarias de montaje suspendido, adosado o aplic de pared SmartForm LED BPS460/462/464 combina la mejor calidad luminotécnica de su categoría con un diseño limpio y atractivo.</p> <p>Estas luminarias ultraplanas están disponibles en versiones rectangulares y cuadradas con las lámparas MASTER TLS , TLS ECO Y LED , y posibilitan distribuciones de luz directa e indirecta. También pueden utilizarse para formar líneas de luz y estructuras.</p> <p>Gracias a su amplia gama de microópticas y difusores de elevada eficiencia, SmartForm LED BPS460/462/464 permite encontrar la solución perfecta para cada situación. Es posible integrar controles de iluminación en la propia luminaria para un ahorro adicional de energía.</p>

Figura 47 Luminàries escollides per tal de realitzar l'estudi lumínic amb el programa Dialux. WT470C L1300xLED42S/840 NB zones netes serveis i cuina, BPS460 W22L124 1xLED48/840 MLO-PC zona aules, passadissos i zones no netes.

5.1.2. Representació dels resultats

- Edifici

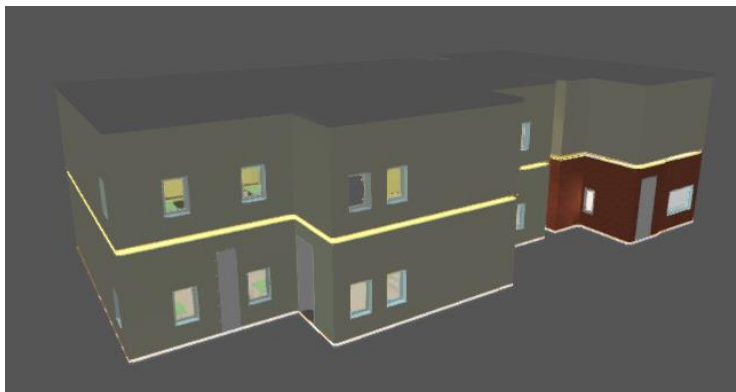


Figura 48 Recreació edifici complet CEIP Sant Jordi amb el programa Dia lux

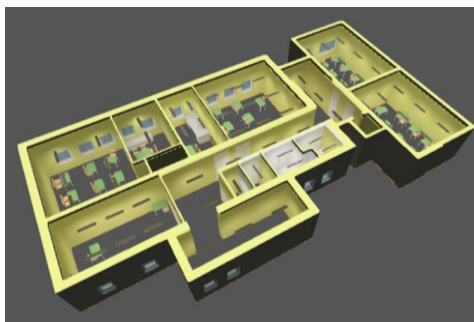
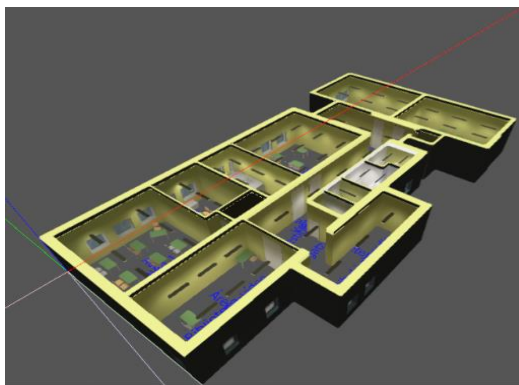


Figura 49 Recreació Planta baixa i primera CEIP Sant Jordi amb el programa Dia lux





- **Planta baixa**
Aula P4-P5

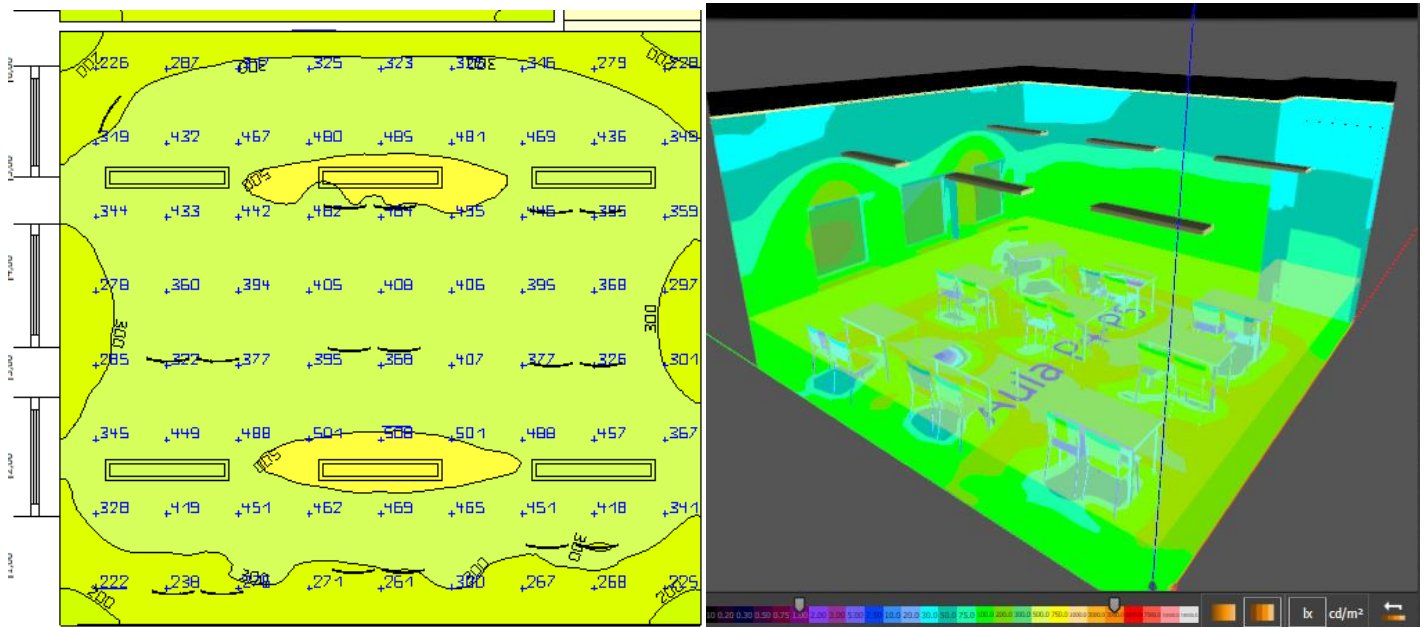
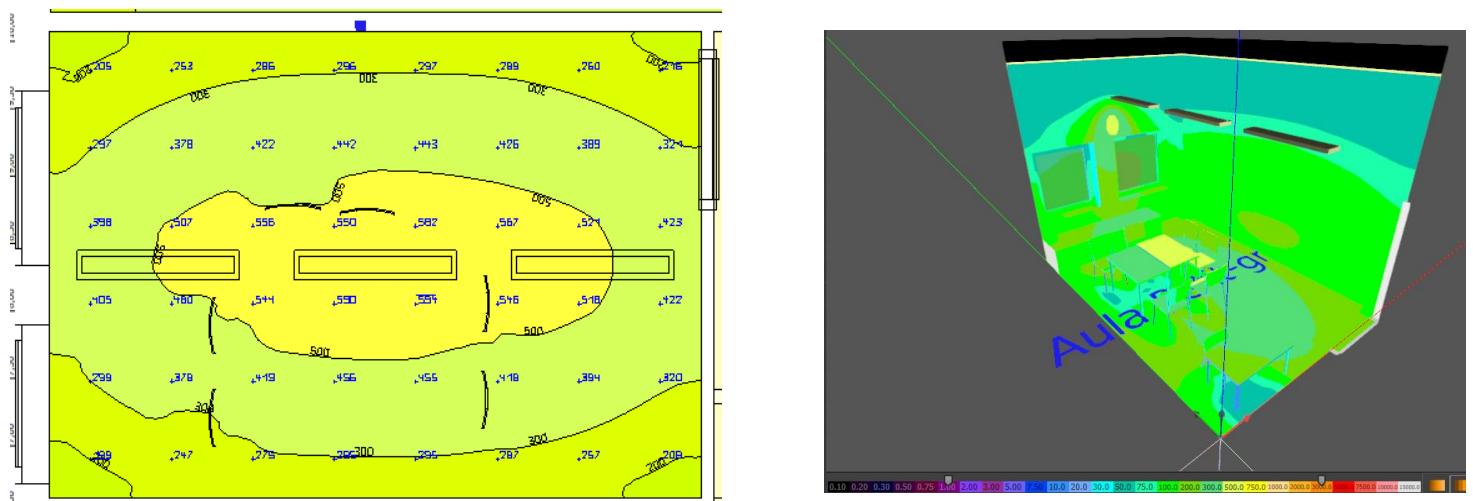


Figura 50 Resultats estudi lumínic Aula P4-P5

Aula petit-grup





Secretaria

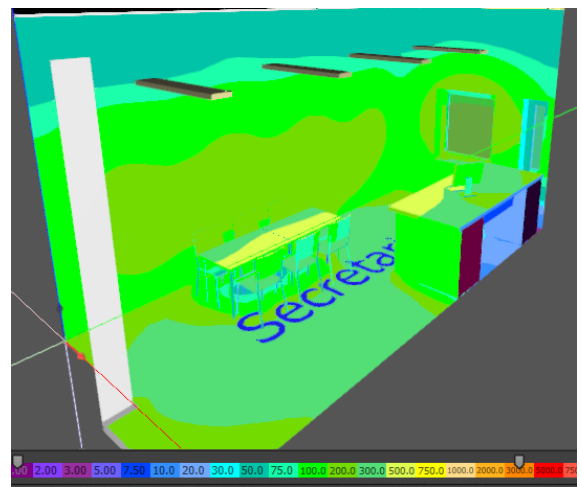
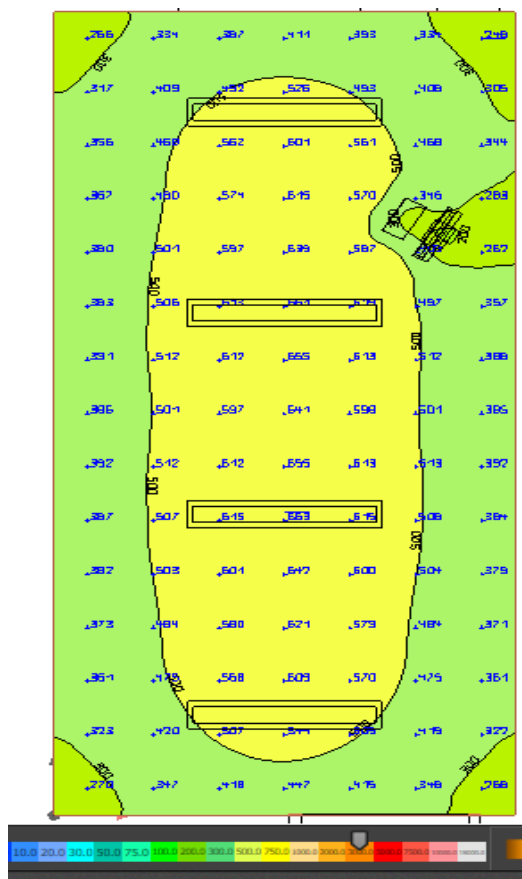


Figura 52 Resultats estudi lumínic Secretaria



Aula 3

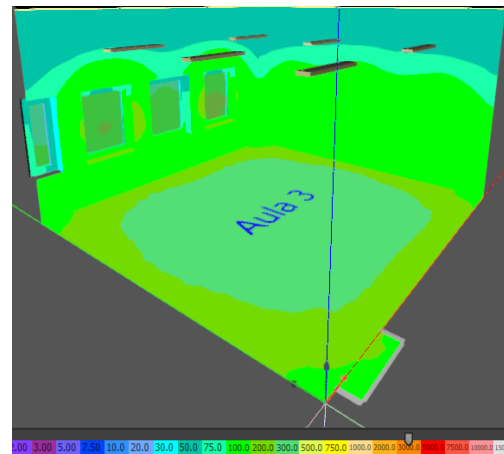
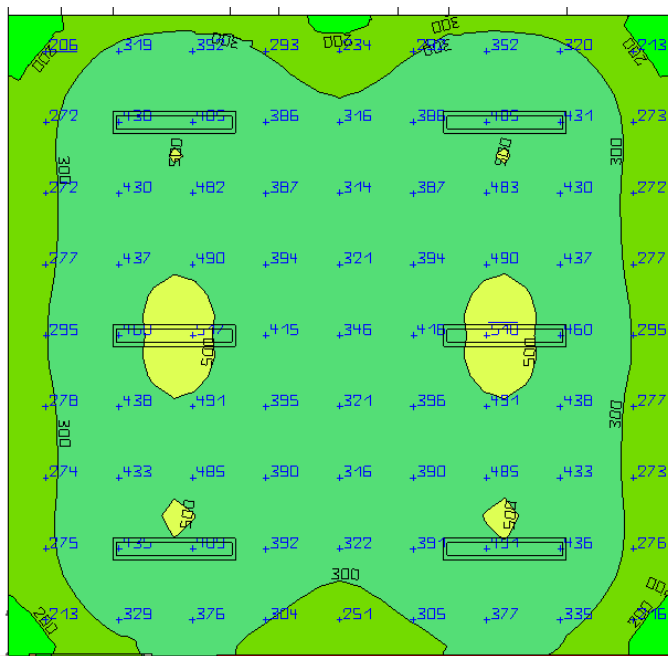


Figura 53 Resultats estudi lumínic Aula 3

Espai polivalent

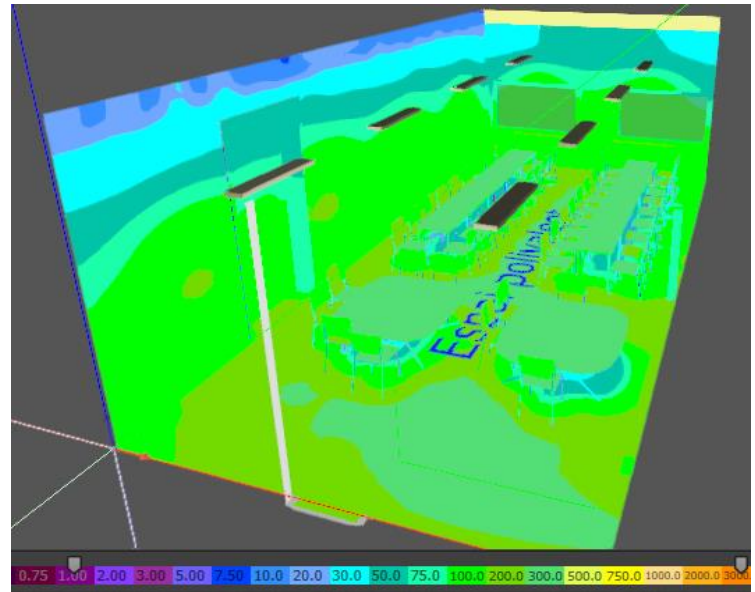
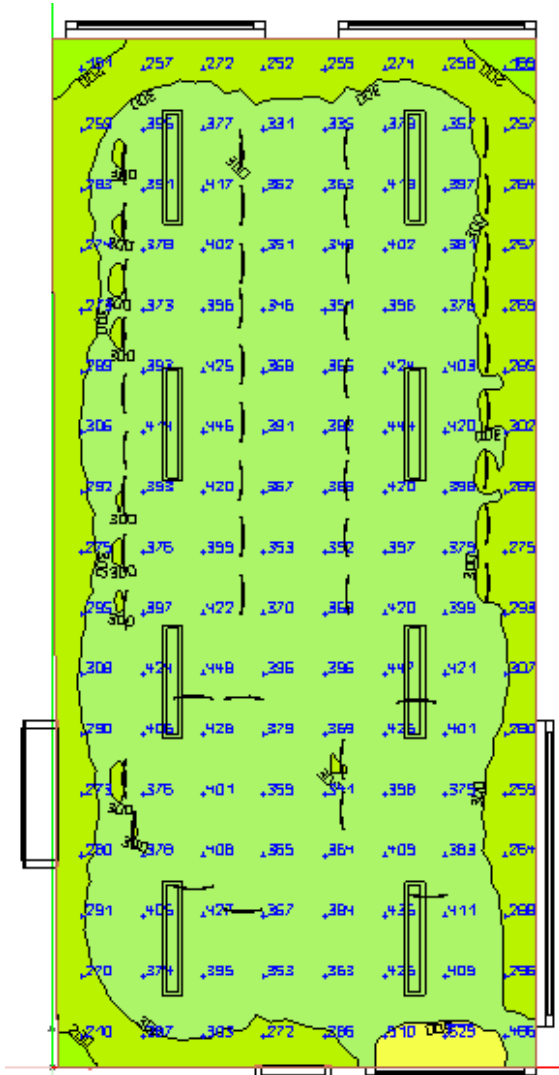


Figura 54 Resultats estudi lumínic Espai polivalent



Cuina

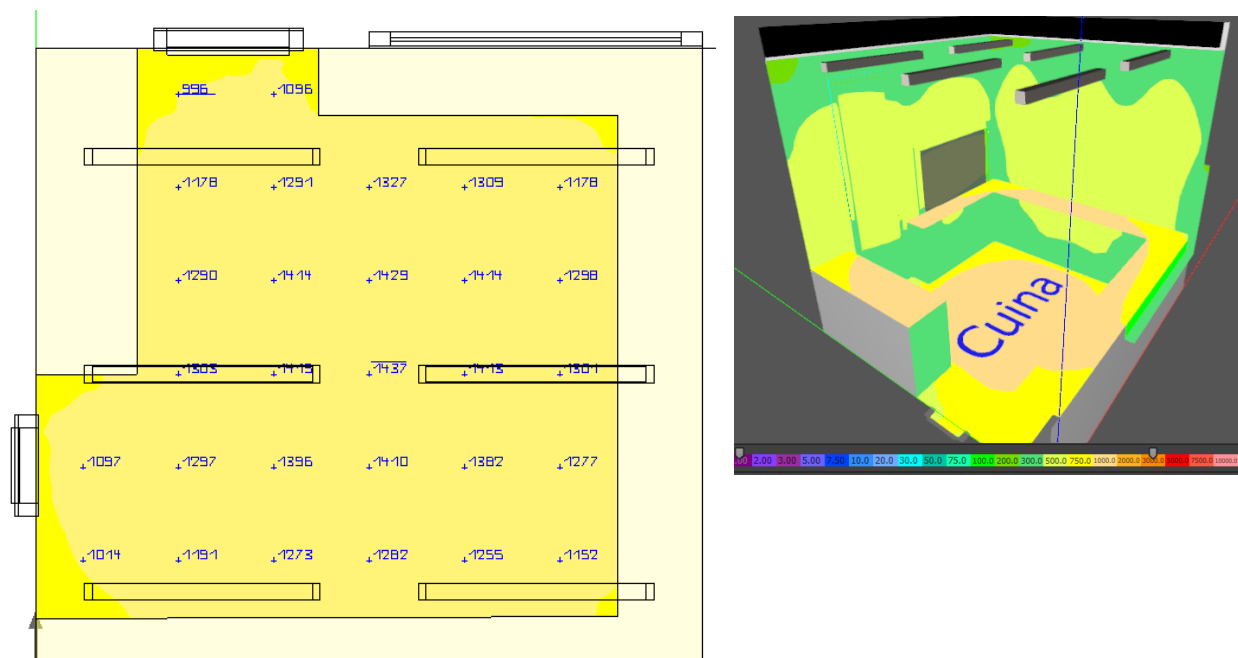


Figura 55 Resultats estudi lumínic Cuina

Accés

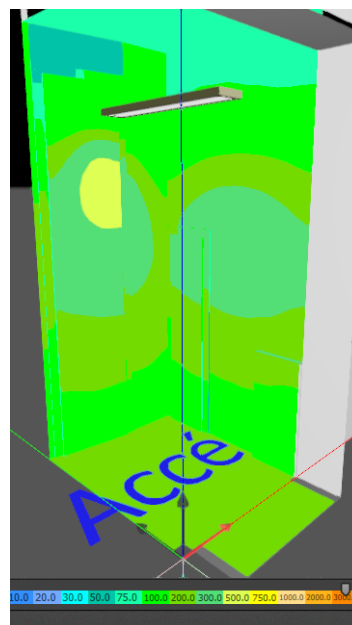
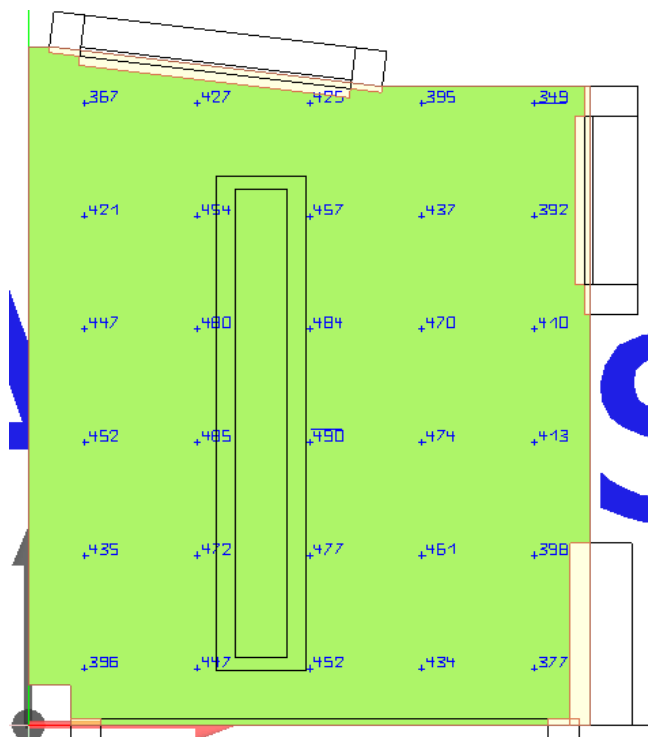


Figura 56 Resultats estudi lumínic accés cuina

Servei cuina

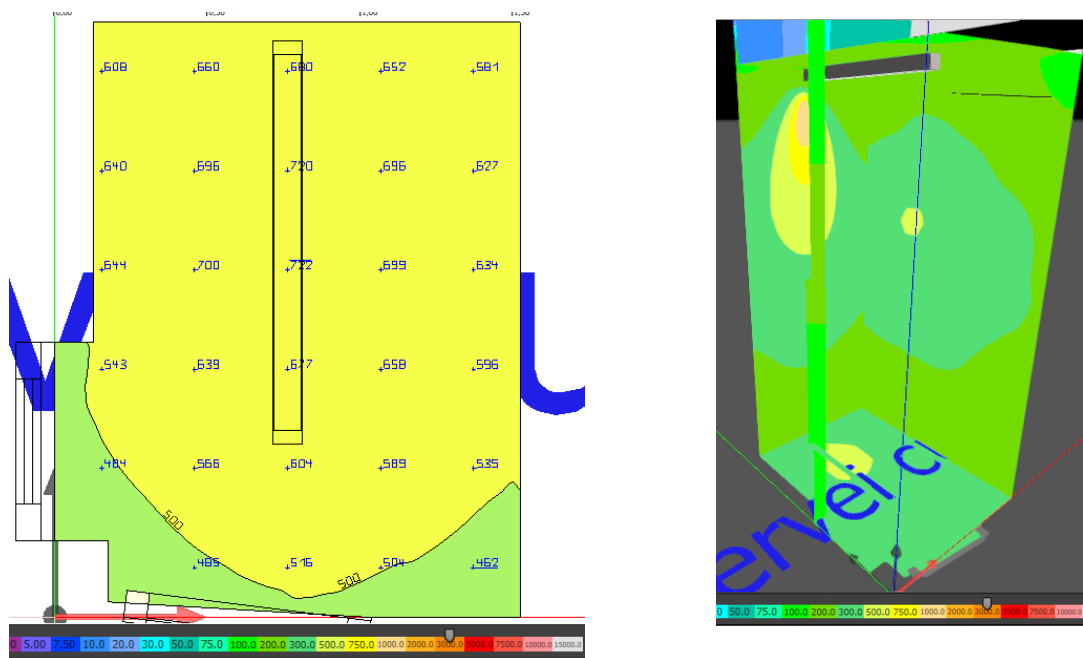


Figura 57 Resultats estudi lumínic Servei cuina

Servei nens

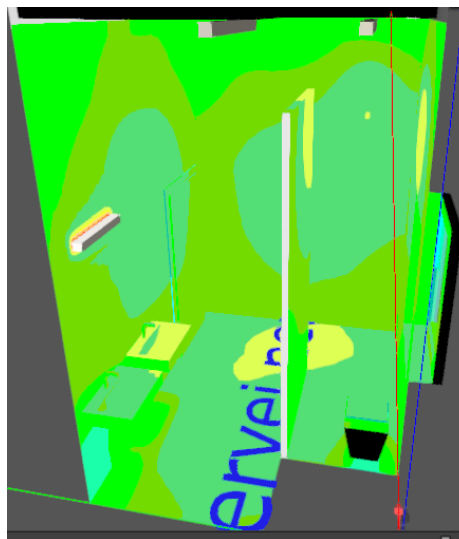
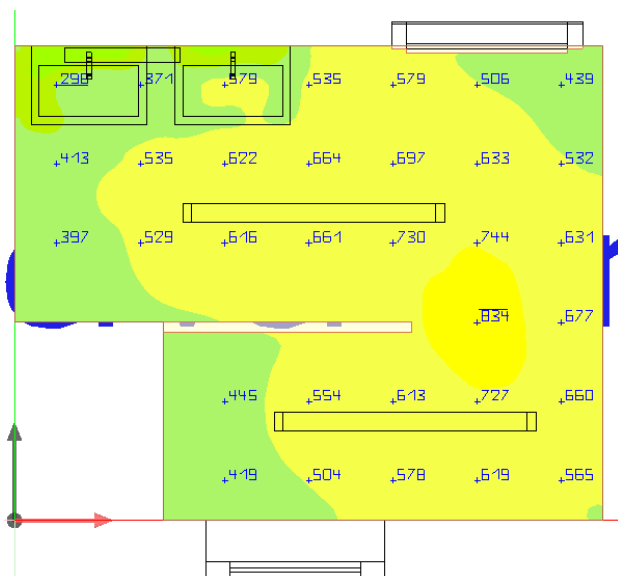


Figura 58 Resultats estudi lumínic Servei nens

Servei nen

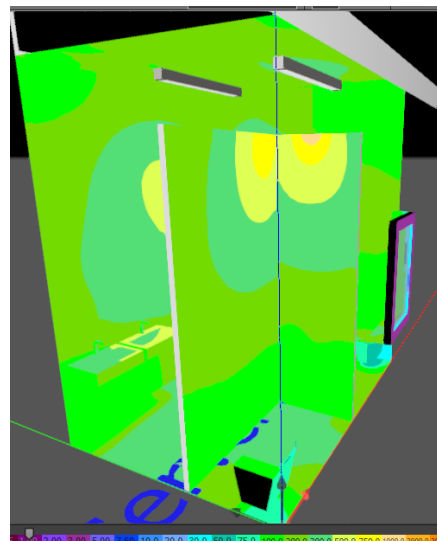
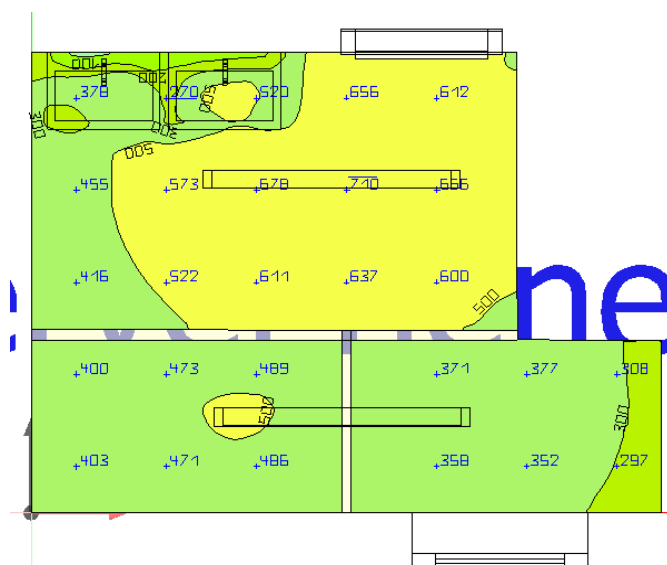


Figura 59 Resultats estudi lumínic Servei nenes



Servei

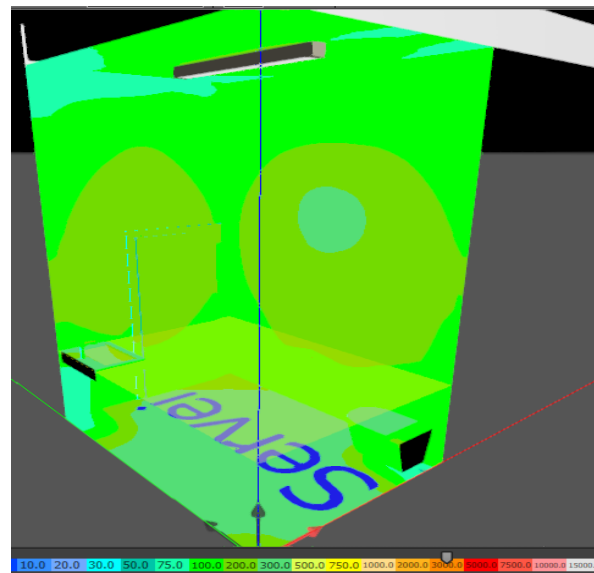
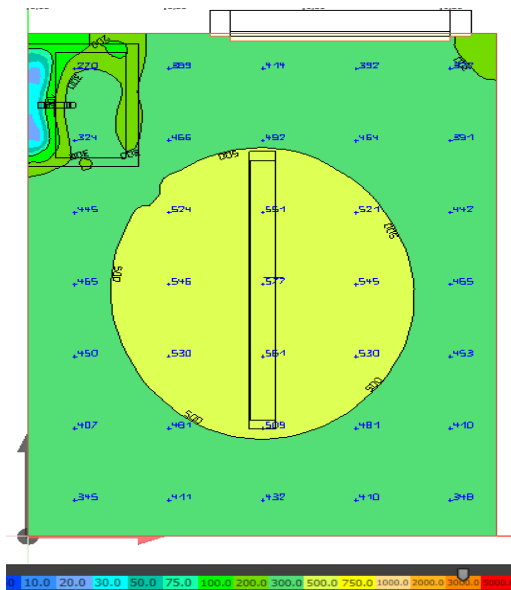


Figura 60 Resultats estudi lumínic Servei Planta baixa



Magatzem

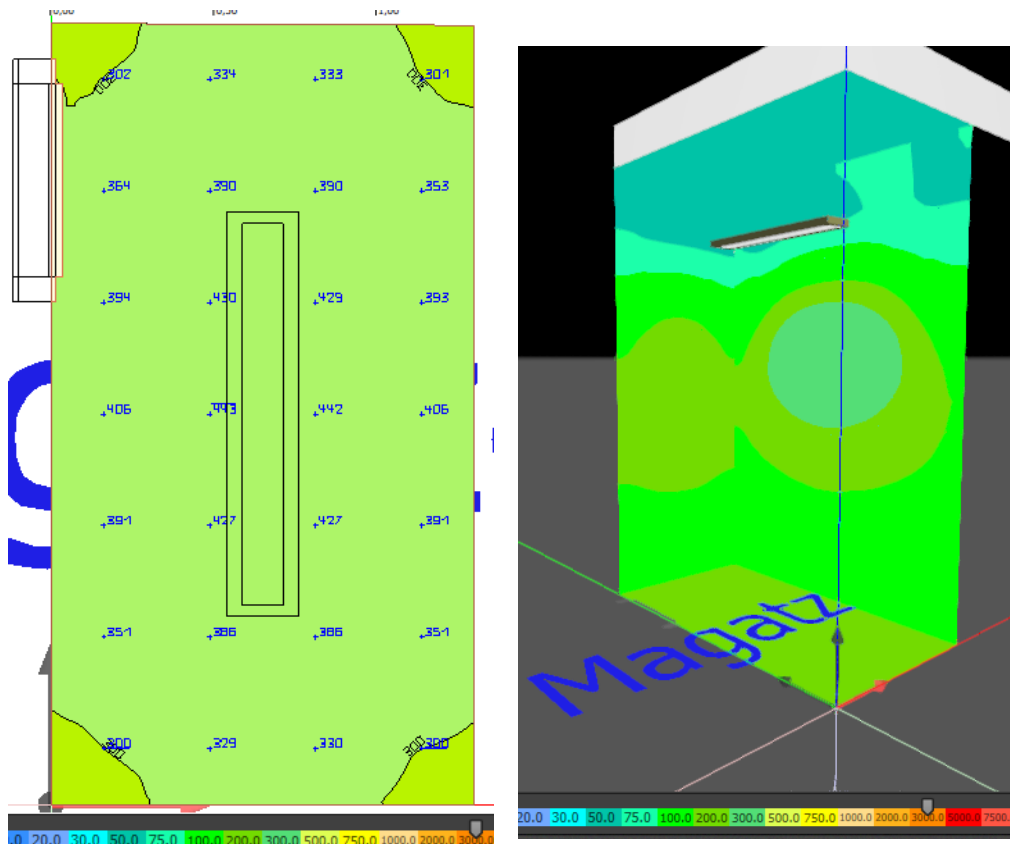


Figura 61 Resultats estudi lumínic Magatzem planta baixa

Aula P3

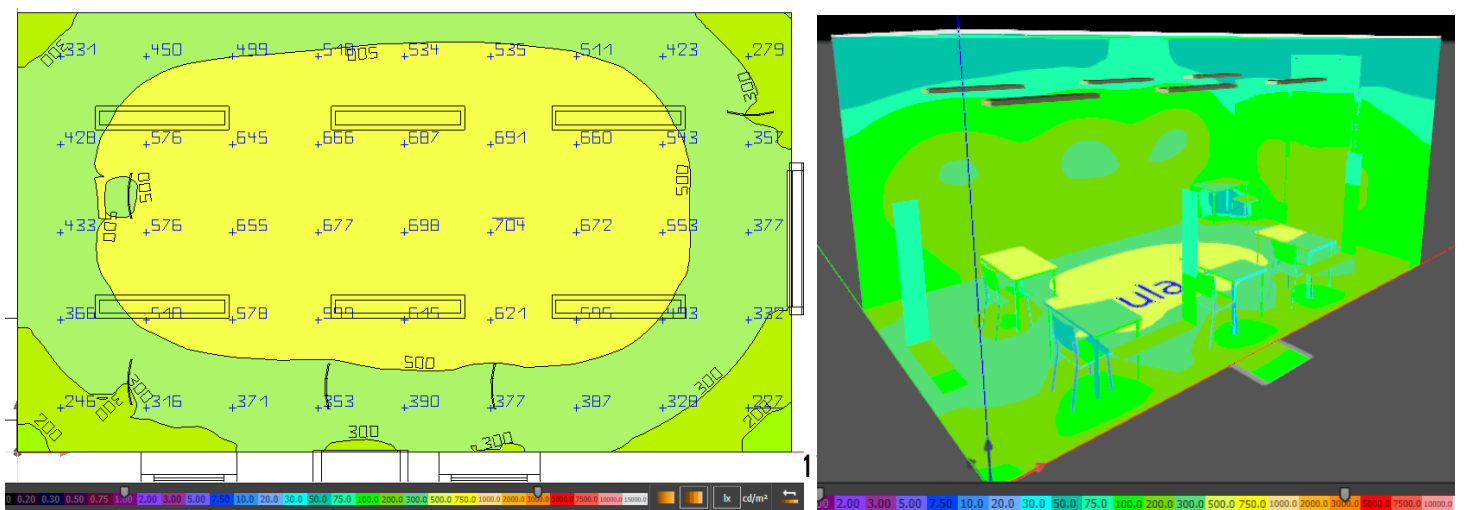


Figura 62 Resultats estudi lumínic Aula P3



Vestíbul i passadís-Accés 1 i escala- Accés 2 i escala

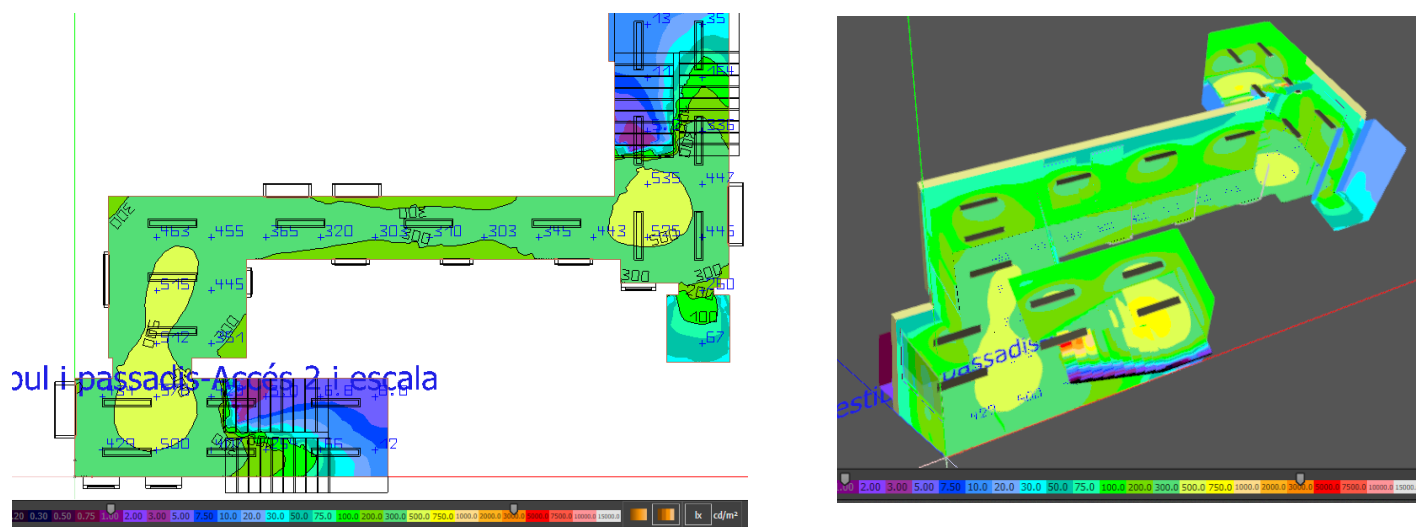


Figura 63 Resultats estudi lumínic Vestíbul i passadís- Accés 1 i escala -Accés 2 i escala



- Planta Primera

Aula 1

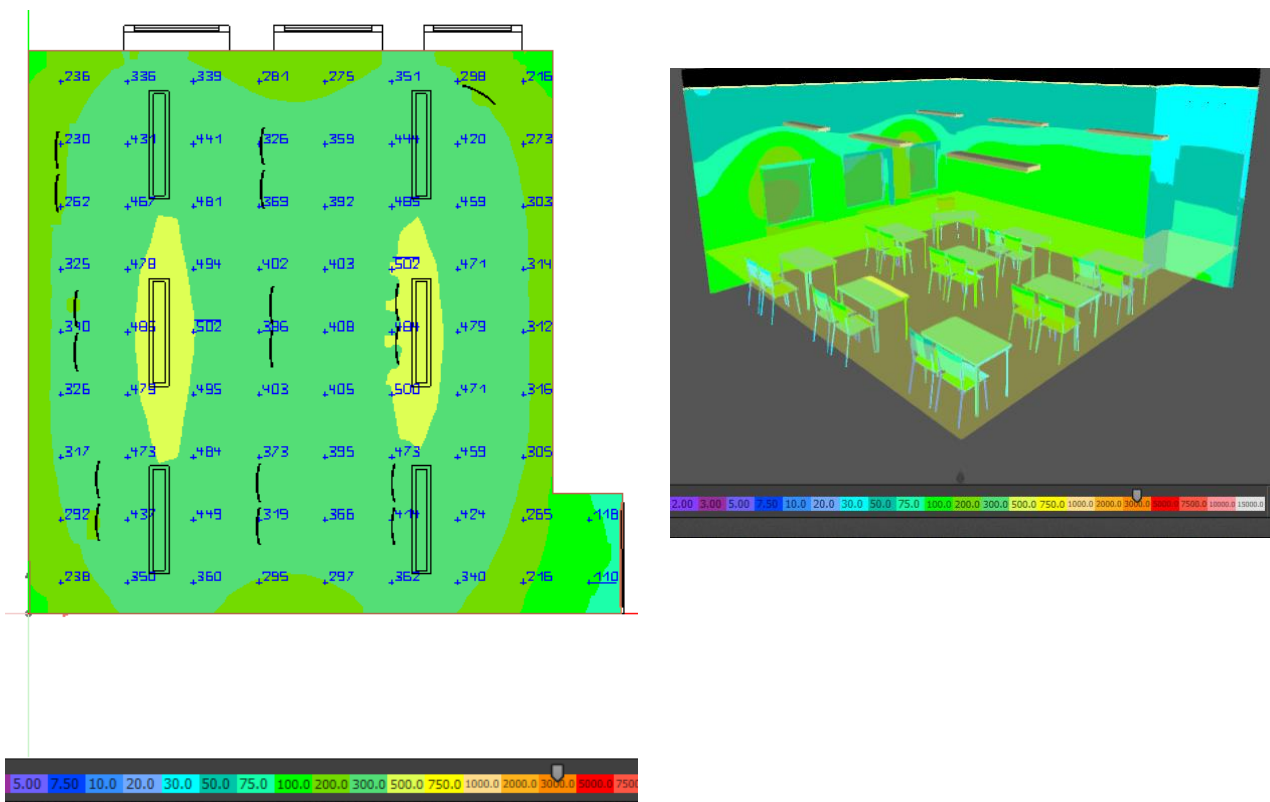


Figura 64 Resultats estudi lumínic Aula 1

Aula de música

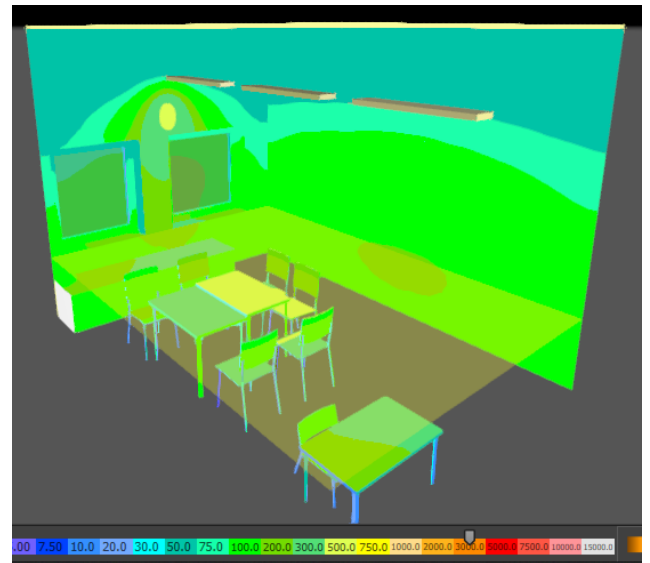
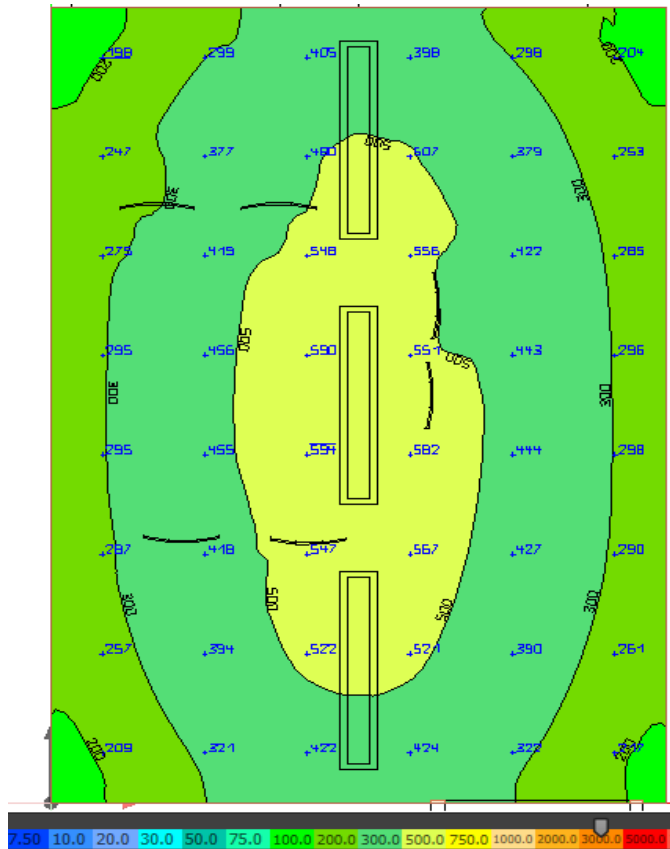


Figura 65 Resultats estudi lumínic Aula música

Aula Ordinadors

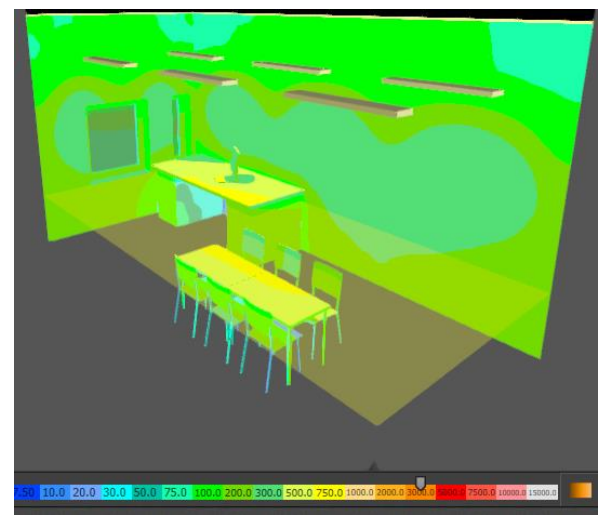
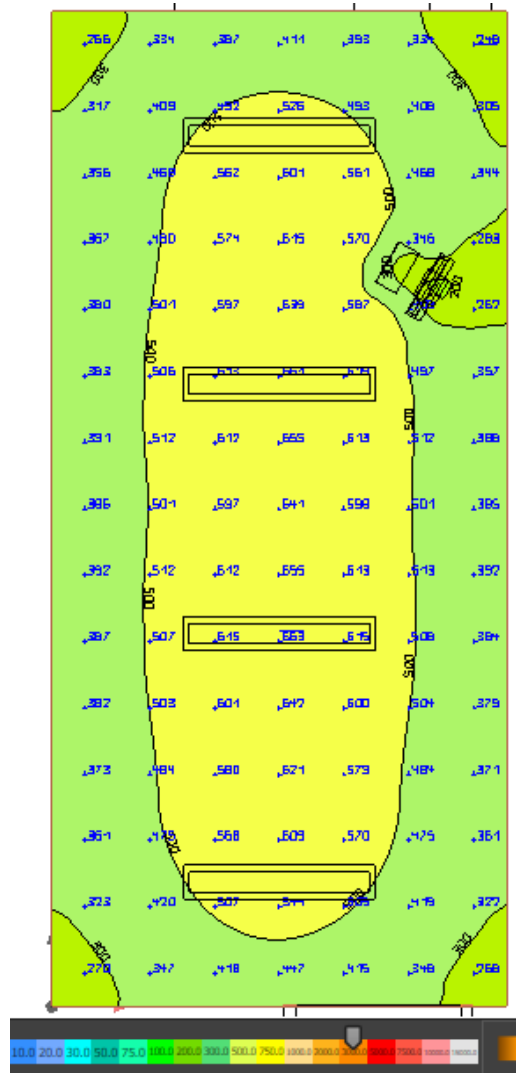


Figura 66 Resultats estudi lumínic Aula ordinadors

Aula 2

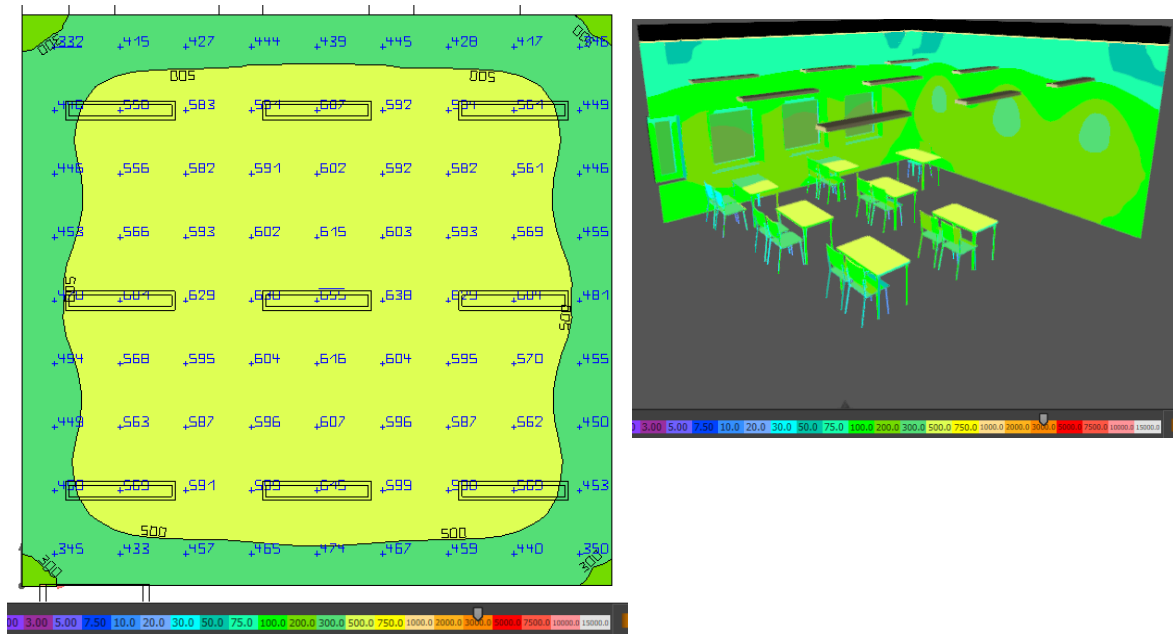


Figura 67 Resultats estudi lumínic Aula 2

Aula 3

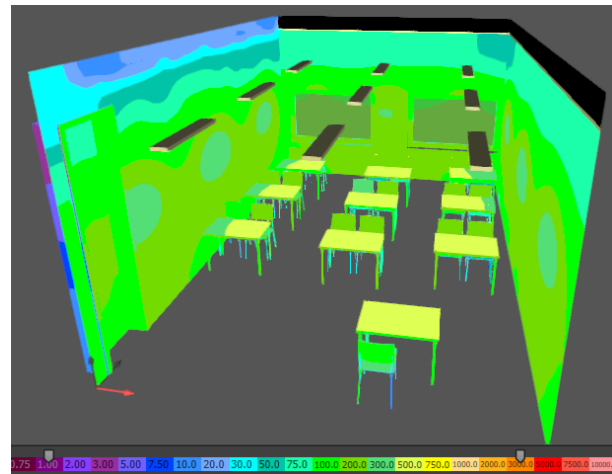
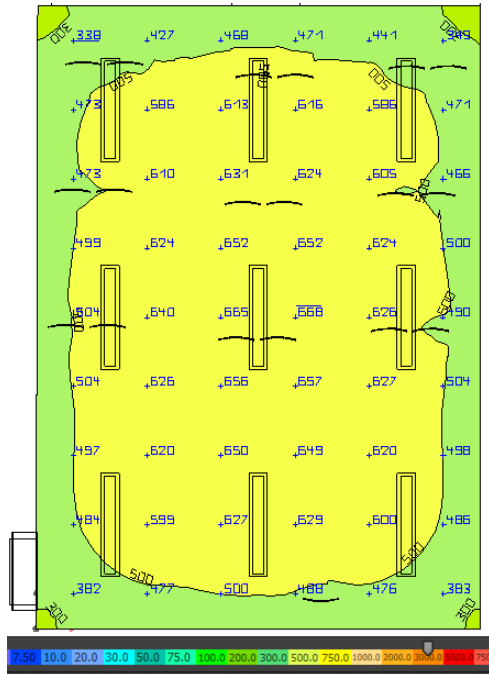


Figura 68 Resultats estudi lumínic Aula 3

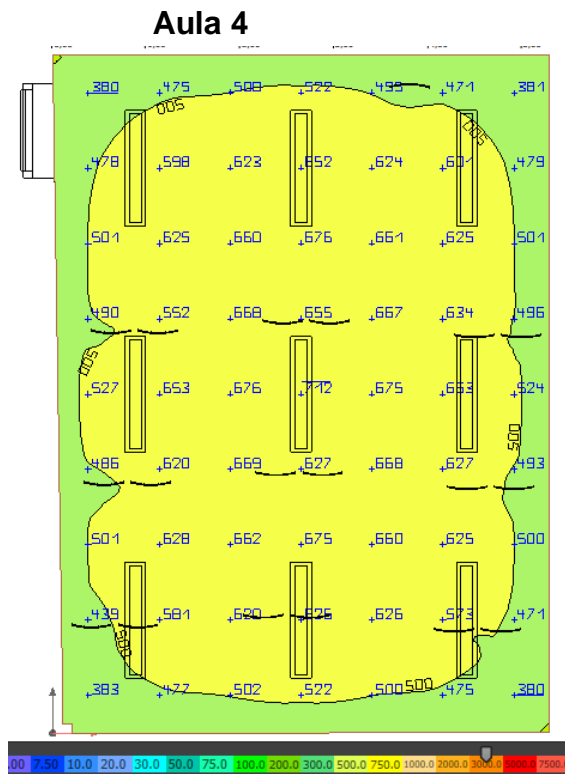
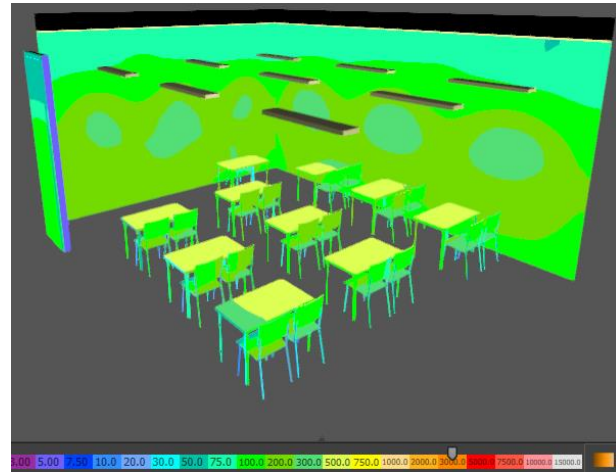


Figura 69 Resultats estudi lumínic Aula 4



Biblioteca-vídeo

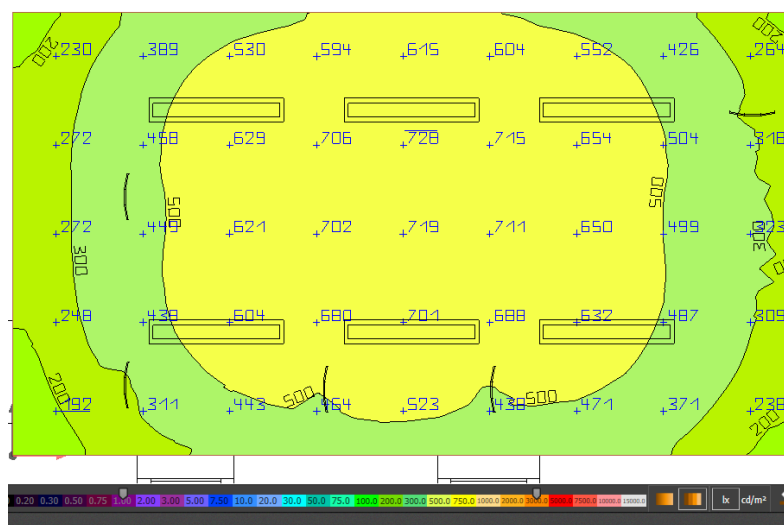
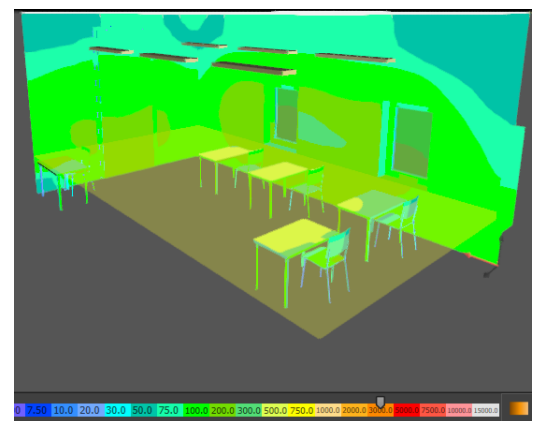


Figura 70 Resultats estudi lumínic biblioteca-vídeo





Servei nens

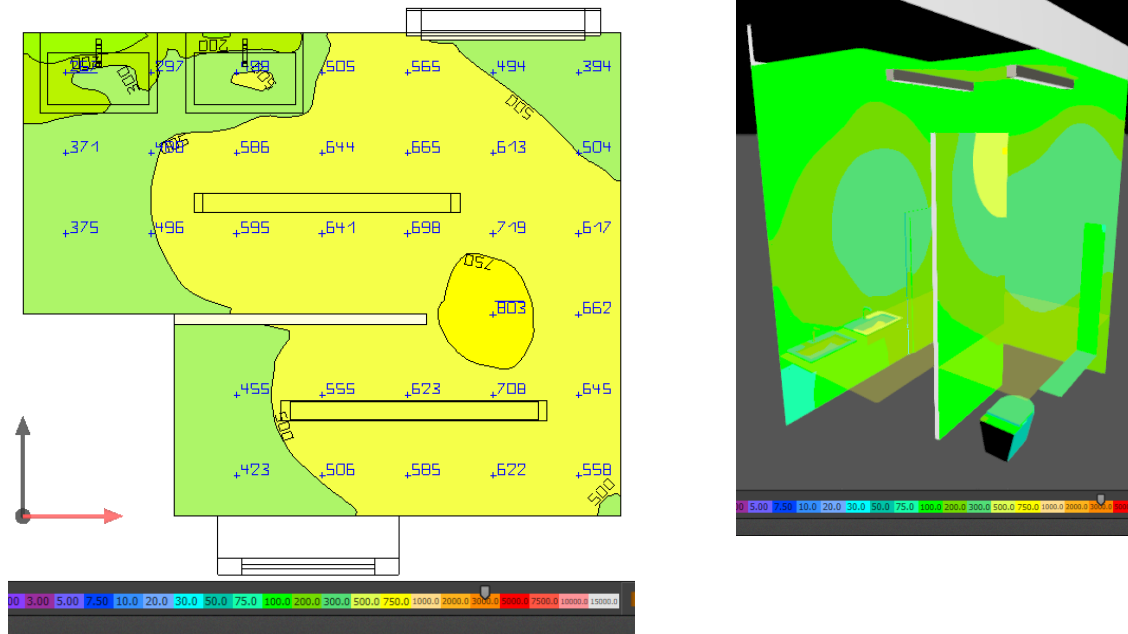


Figura 71 Resultats estudi lumínic servei nens planta primera



Servei nenes

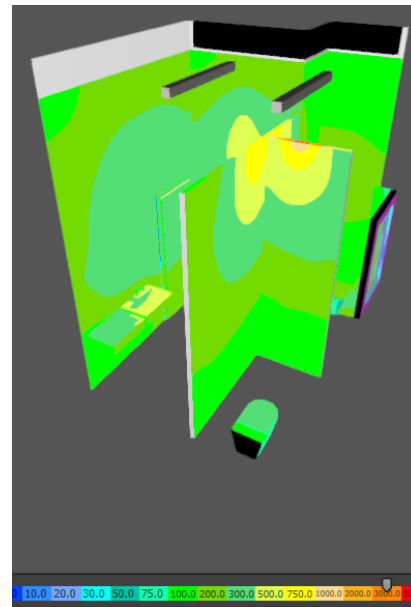
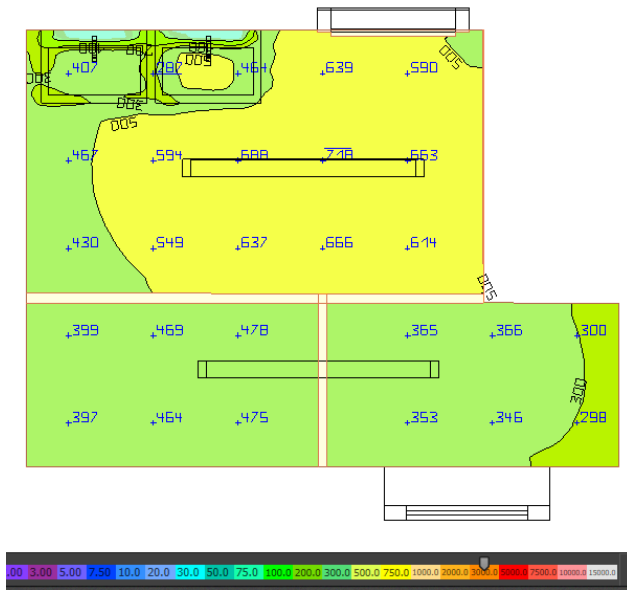


Figura 72 Resultats estudi lumínic servei nenes planta primera

Servei

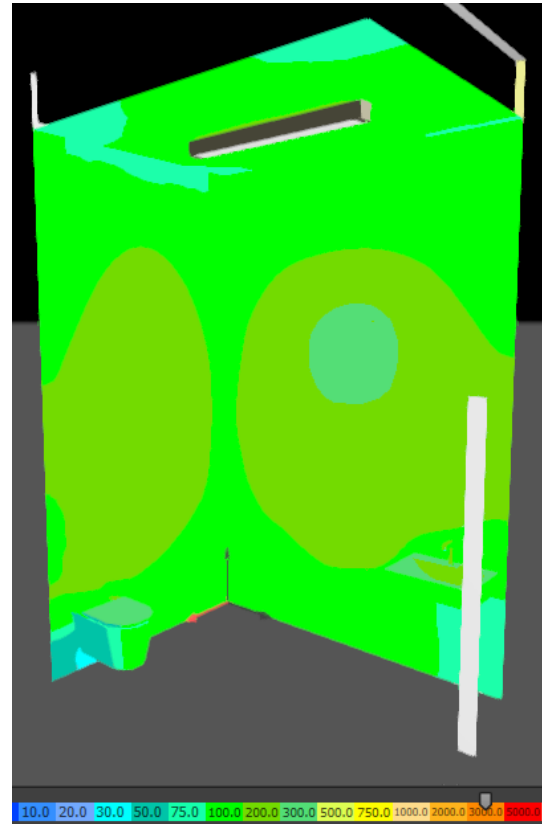
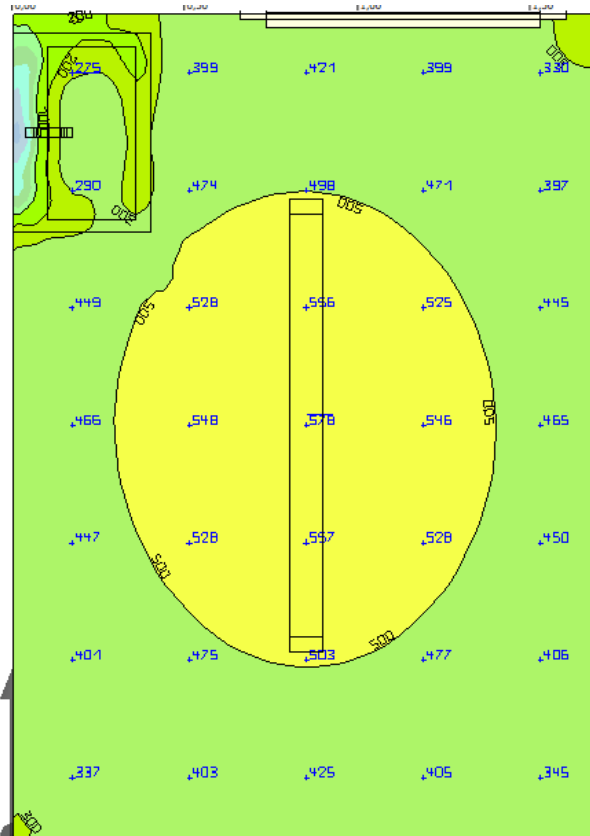


Figura 73 Resultats estudi lumínic Servei planta primera



Magatzem i neteja

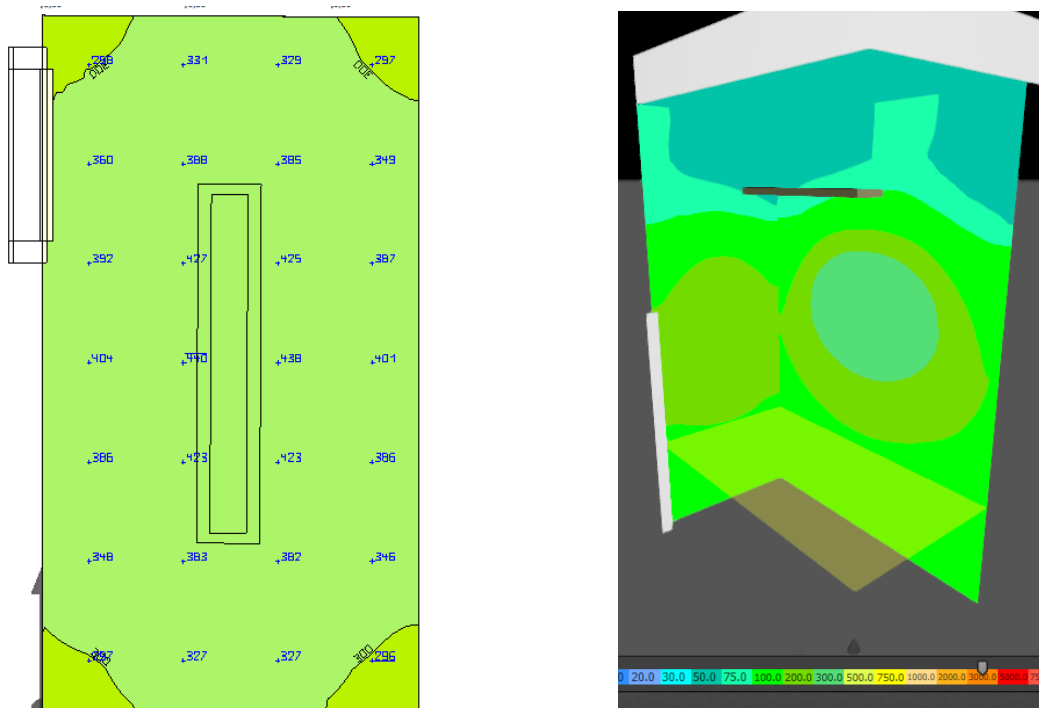


Figura 74 Resultats estudi lumínic Magatzem neteja planta primera



Vestíbul i passadís – Accés 3

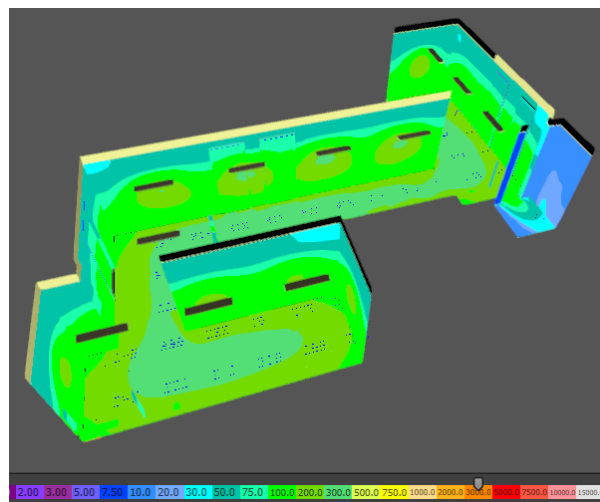
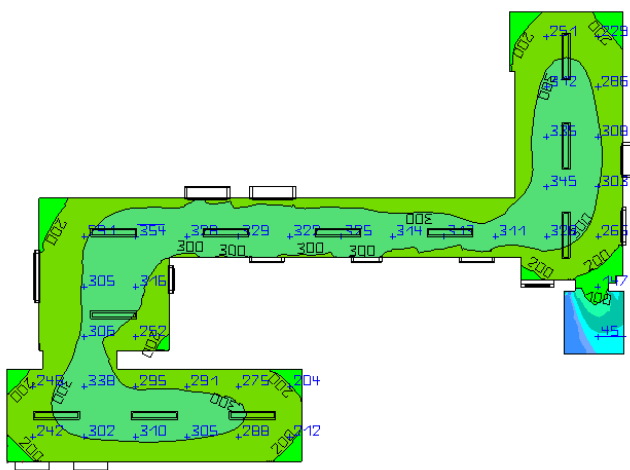


Figura 75 Resultats estudi lumínic Vestíbul i passadís -Accés 3.



5.1.3 Conclusions

Es conclou en el present estudi d'il·luminació que les condicions en cadascuna de les aules han millorat respecte a l'estat inicial, on en cada aula es compleix la normativa, es respecten les normatives d'estanqueïtat en les zones netes de l'edifici i es redueix al màxim el consum de potencia.

En resum s'instal·len 17 lluminàries de 30,5 W de consum amb una aportació de 4200 lm i 113 lluminàries de 37,4 W de consum amb una aportació de 3500 lm.



5.2. Estudi termo-gràfic

En el present estudi es realitza un anàlisi de l'envoltant tèrmic de l'edifici CEIP Sant Jordi a fi de obtenir els resultats de l'estat d'aquest, en concret es cerca de trobar possibles punts que fan de ponts tèrmics entre l'interior de l'edifici i l'exterior.

El resultats de l'estudi es presenten en un format on apareixen aula per aula cada punt considerat crític o amb rellevància energètica. Així que de cada aula apareix la fotografia tèrmica del punt crític, les temperatures, la fotografia real de l'estança i una breu observació dels possibles problemes detectats.

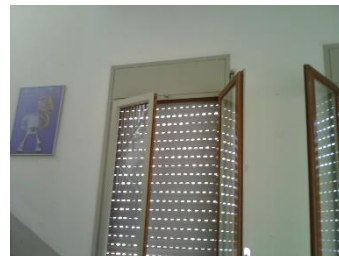
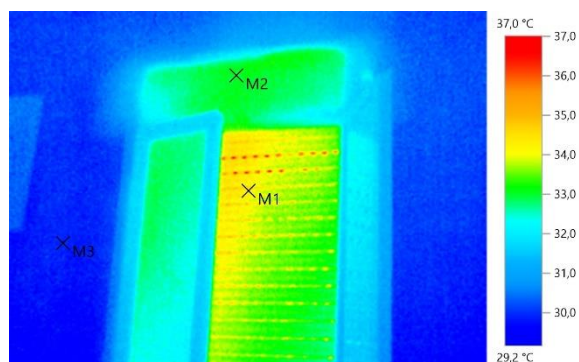


- Planta Baixa

Accés1 escala

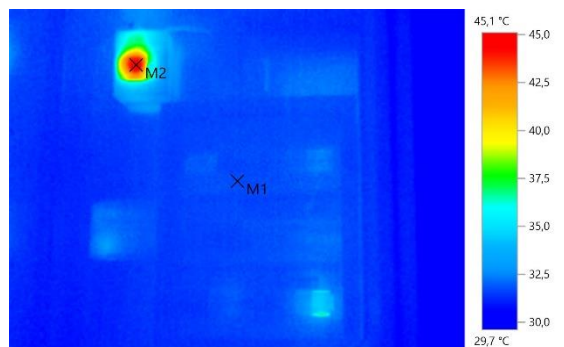
Finestres NE

M1 (°C)	34,2
M2 (°C)	33
M3 (°C)	29,7
Emissivitat	0,95



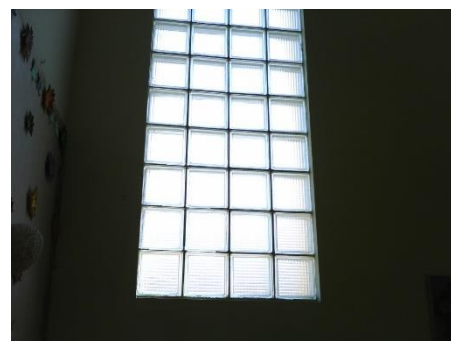
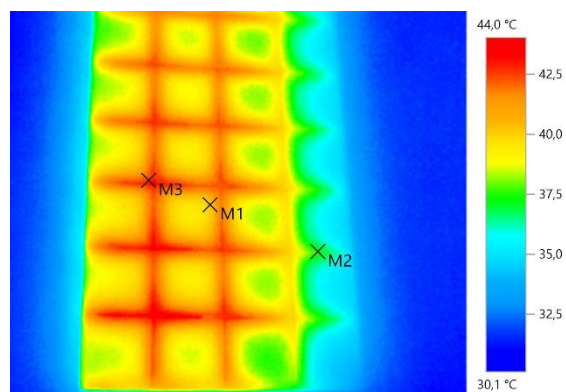
Quadre elèctric

M1 (°C)	31,4
M2 (°C)	44,9
Emissivitat	0,95



Finestra Cristallera NE

M1 (°C)	39,9
M2 (°C)	37,3
M3 (°C)	42,6
Emissivitat	0,95

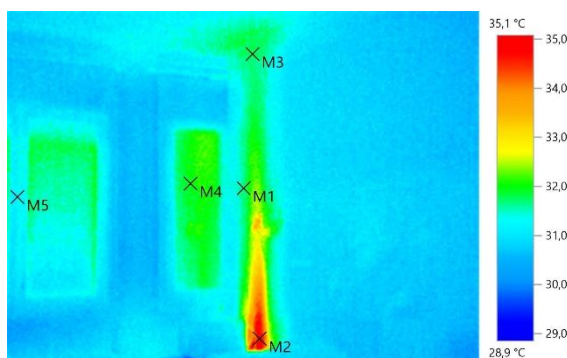




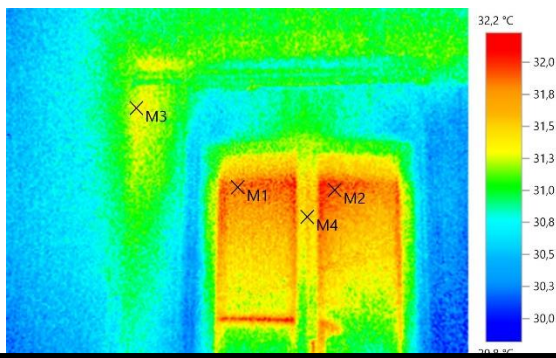
Observacions	-Es detecten grans ponts tèrmics en la vidriera i porta principal - Font de calor elevada en el magneto tèrmic .
---------------------	---

Secretaria

Finestres SO	
M1 (°C)	31,5
M2 (°C)	34,9
M3 (°C)	31,8
M4 (°C)	32
M5 (°C)	31,3
Emissivitat	0,95



Finestres	SO	i
cantell sostre		
M1 (°C)	31,9	
M2 (°C)	32	
M3 (°C)	31,4	
M4 (°C)	31,5	
Emissivitat	0,95	



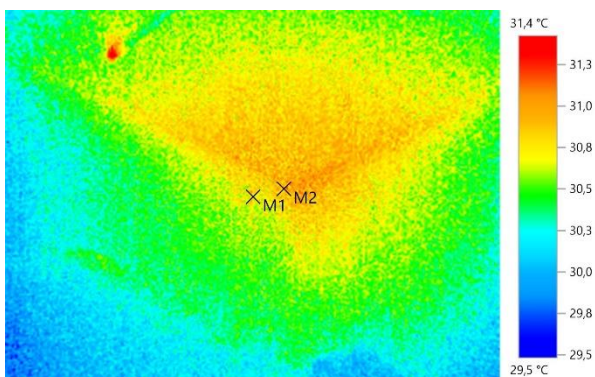
Observacions	<ul style="list-style-type: none">- Es detecten punts calents en els endolls- En totes finestres es detecten ponts tèrmics d'un grau respecte la temperatura de la paret.- En el cantell de la paret s'observa mes temperatura a causa de les instal·lacions cara vista.
---------------------	--



Magatzem

Cantell sostre

M1 (°C)	30,6
M2 (°C)	31
M3 (°C)	30
Emissivitat	0,95



Observacions

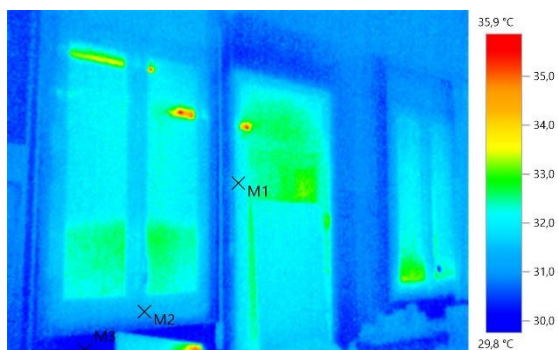
-S'ha detectat una taca groga que podria ser humitat, fet que fa augmentar la temperatura de la paret i és un pont tèrmic



Aula P3

Finestres NE

M1 (°C)	31,8
M2 (°C)	31,4
M3 (°C)	30
Emissivitat	0,95



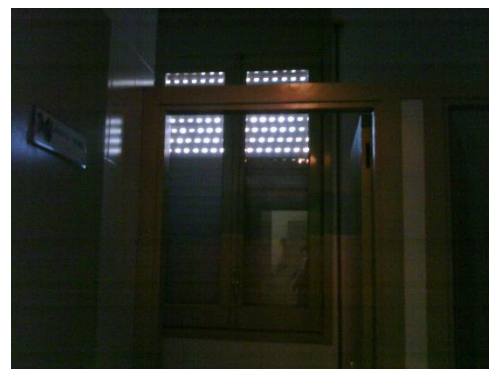
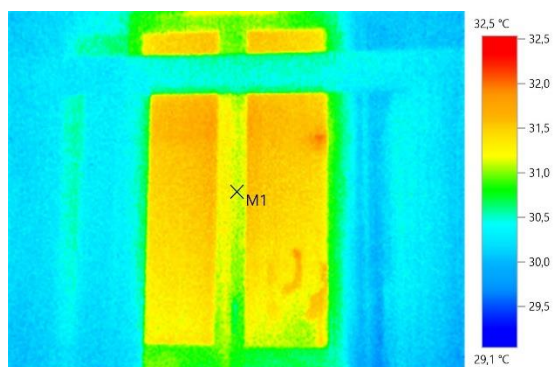
Observacions

- S'han detectat ponts tèrmics en totes les finestres d'un grau i mig aproximadament com 'observa en la imatge de l'aula P3.



Servei nenes

Finestres NE	
M1 (°C)	31,3
Emissivitat	0,95



Observacions

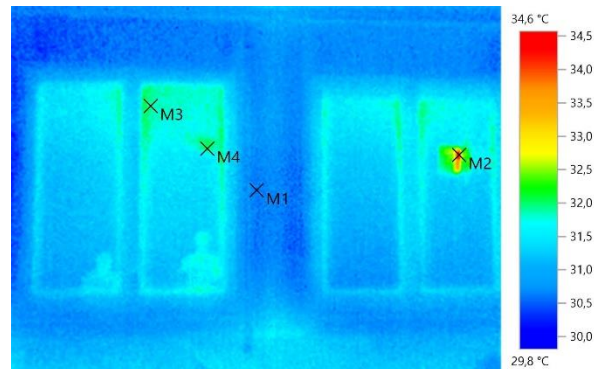
- Pont tèrmic d'un grau i mig aproximadament en la finestra



Aula P4-P5

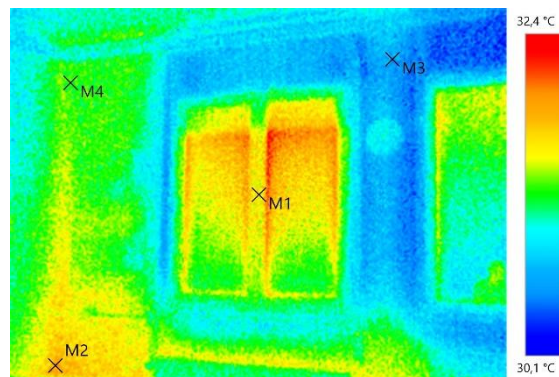
Finestres SO

M1 (°C)	30,7
M2 (°C)	34,6
M3 (°C)	31,8
M4 (°C)	32
Emissivitat	0,95

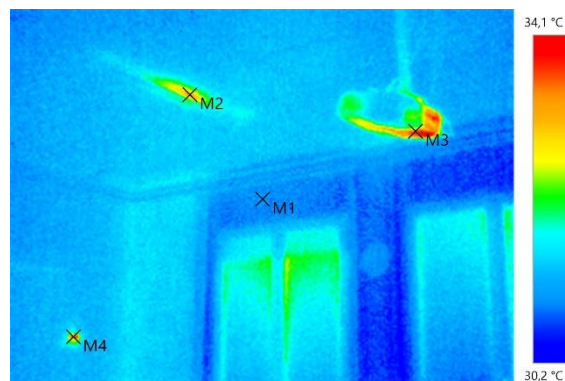


Finestres SO

M1 (°C)	31,4
M2 (°C)	32
M3 (°C)	30,5
M4 (°C)	31,3
Emissivitat	0,95



Finestres aparells	SO	i
M1 (°C)	31	
M2 (°C)	33	
M3 (°C)	33,5	
M4 (°C)	33,2	
Emissivitat	0,95	





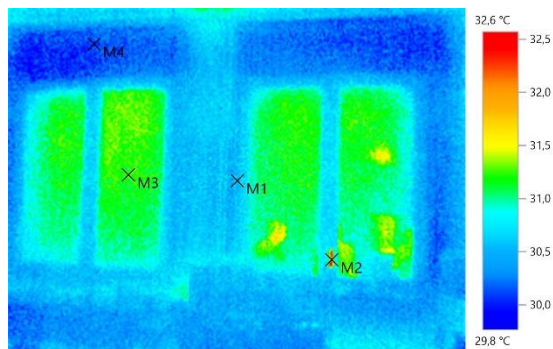
Observacions

- Es detecta una humitat en la part inferior de les finestres de 33 °C, que actua de pont tèrmic.
- En les finestres es detecten ponts tèrmics
- Els elements de connexió actuen com a font de calor tot i que no es trobin en us.

Aula petit grup

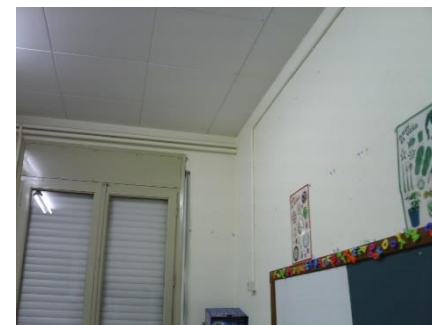
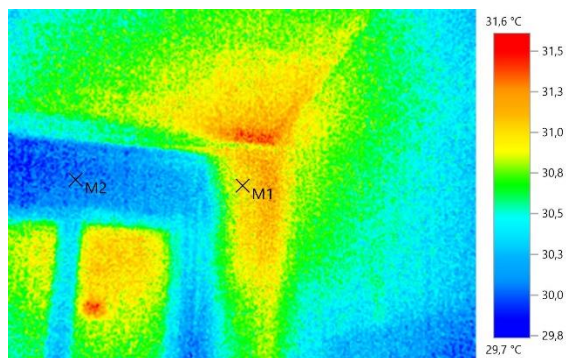
Finestres SO

M1 (°C)	30,5
M2 (°C)	32
M3 (°C)	31,2
M4 (°C)	29,9
Emissivitat	0,95



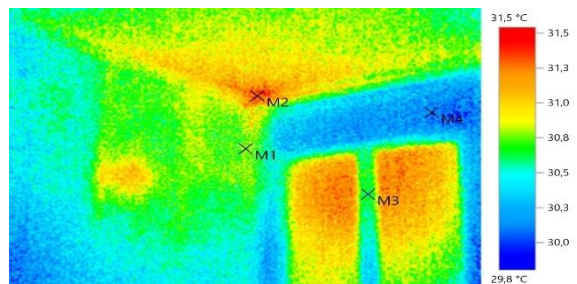
Cantell sostre

M1 (°C)	31
M2 (°C)	30
Emissivitat	0,95



Cantell sostre i finestres

M1 (°C)	30,8
M2 (°C)	32,4
M3 (°C)	30,5
M4 (°C)	30
Emissivitat	0,95



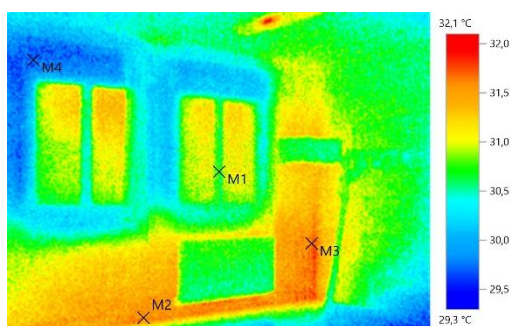


Observacions	<ul style="list-style-type: none">- Es detecta pont tèrmic en els cantells, com a possible raó humitat o instal·lacions cara vista.- En les finestres es detecten ponts tèrmics
--------------	--

Aula 3

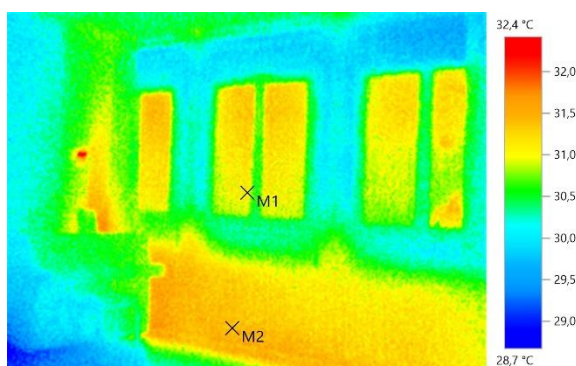
Finestres SO

M1 (°C)	30,6
M2 (°C)	31,6
M3 (°C)	31,7
M4 (°C)	29,7
Emissivitat	0,95



Finestres SO i cantell sostre

M1 (°C)	30,9
M2 (°C)	31,5
Emissivitat	0,95



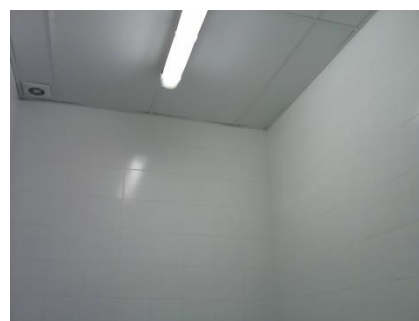
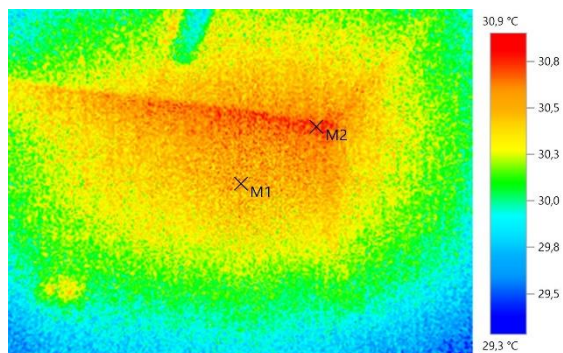
Observacions	<ul style="list-style-type: none">- Es detecta una humitat en la part inferior de les finestres de 33 °C, que actua de pont tèrmic.- En les finestres es detecten ponts tèrmics.
--------------	---



Servei

Cantell sostre

M1 (°C)	30,4
M2 (°C)	30,8
Emissivitat	0,95



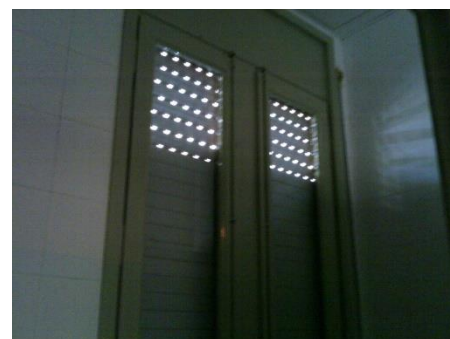
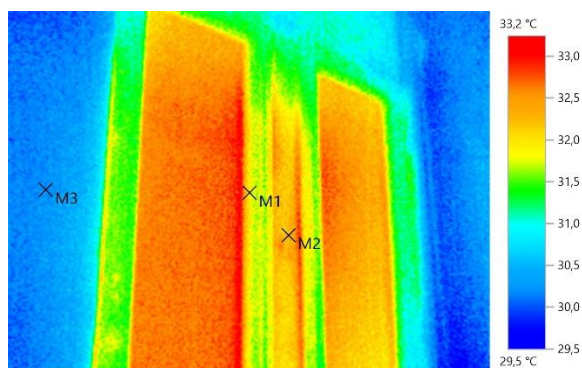
Observacions

-S'ha detectat una taca groga que podria ser humitat, fet que fa augmentar la temperatura de la paret i és un pont tèrmic

Servei nens

Finestres NE

M1 (°C)	31,8
M2 (°C)	32,3
M3 (°C)	30,1
Emissivitat	0,95



Observacions

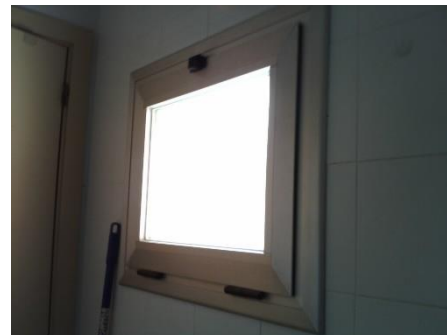
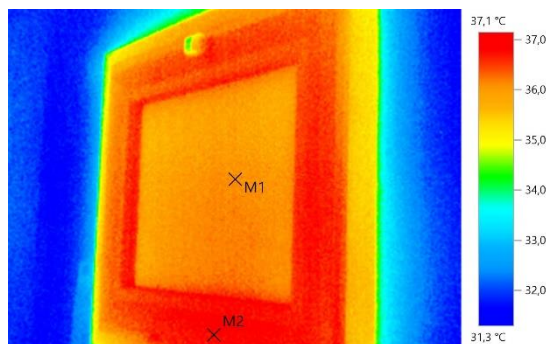
- Pont tèrmic d'un grau i mig aproximadament en la finestra.



Servei cuina

Finestres NE

M1 (°C)	36
M2 (°C)	37
Emissivitat	0,95



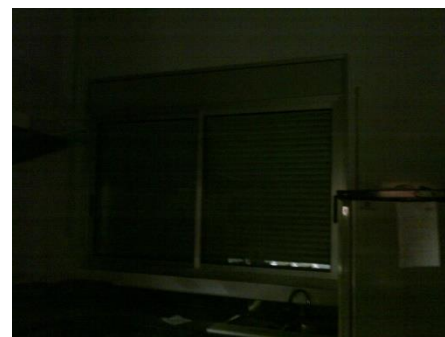
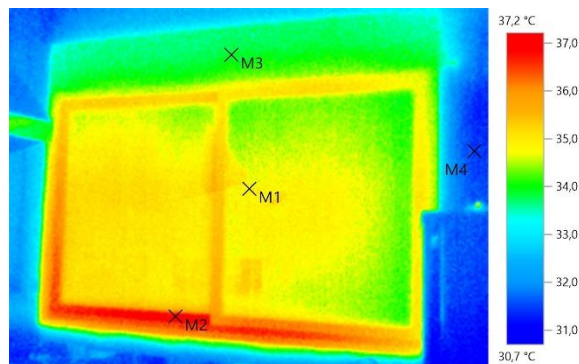
Observacions

- Pont tèrmic de quatre graus aproximadament en la finestra.

Cuina

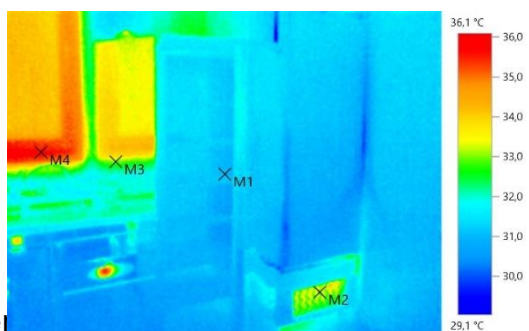
Finestres NE

M1 (°C)	34,7
M2 (°C)	37
M3 (°C)	33,9
M4 (°C)	31,4
Emissivitat	0,95



Finestres equips

Finestres equips	NE	i
M1 (°C)	31	
M2 (°C)	32,8	
M3 (°C)	32,9	
M4 (°C)	35,8	



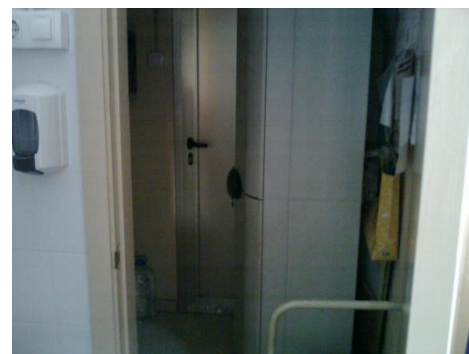
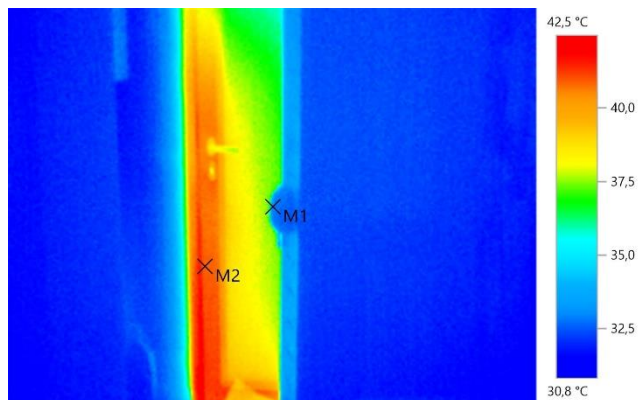


Emissivitat	0,95
-------------	------

Observacions	<ul style="list-style-type: none">- Es detecta pont tèrmic en la finestra cara NE amb diferencia de temperatura de cinc graus aproximadament.- Equips apagats actuen de punt calent.
---------------------	---

Accés cuina

Porta exterior NO	
M1 (°C)	33
M2 (°C)	40,8
Emissivitat	0,95



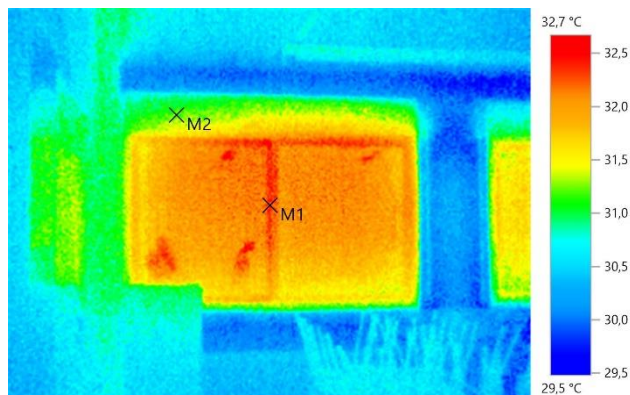
Observacions	<ul style="list-style-type: none">- Es detecta pont tèrmic de set graus aproximadament en la porta metàl·lica.
---------------------	--



Espai polivalent

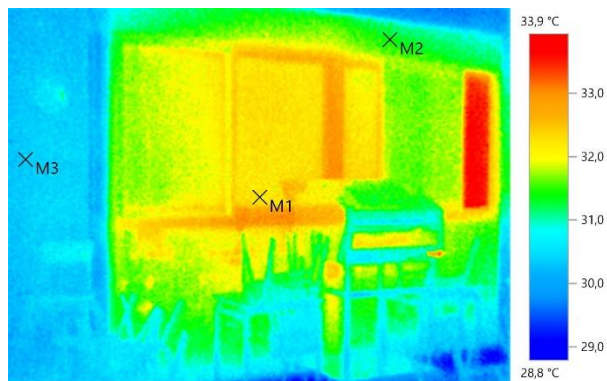
Finestres SO

M1 (°C)	32,3
M2 (°C)	31,2
Emissivitat	0,95



Finestres NO

M1 (°C)	32,1
M2 (°C)	31,4
M3 (°C)	30,4
Emissivitat	0,95



Observacions

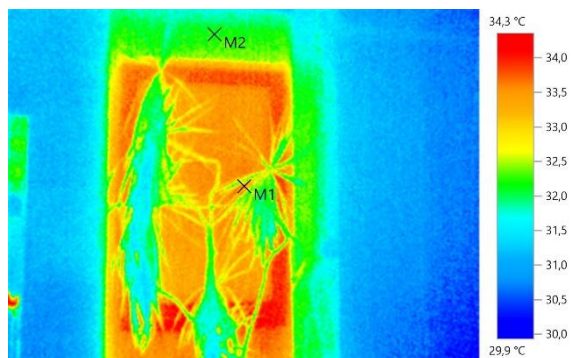
- Es detecten ponts tèrmics en les finestres SO i NO



Accés 2 i escala

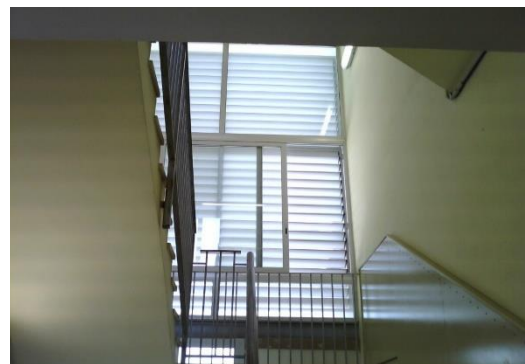
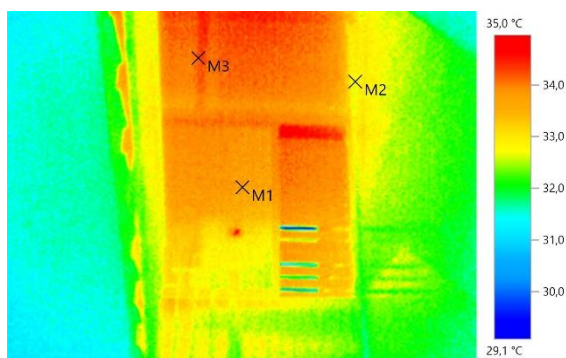
Finestres NE

M1 (°C)	33,5
M2 (°C)	32,1
Emissivitat	0,95



Finestres SO

M1 (°C)	33,6
M2 (°C)	32,7
M3 (°C)	34,2
Emissivitat	0,95



Observacions

- Gran pont tèrmic per superfície ocupada

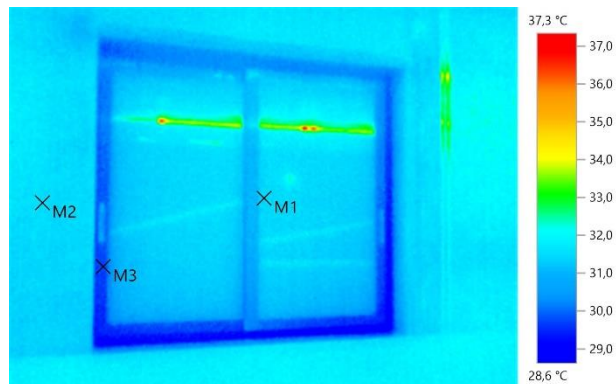


- Planta primera

Aula 1.6

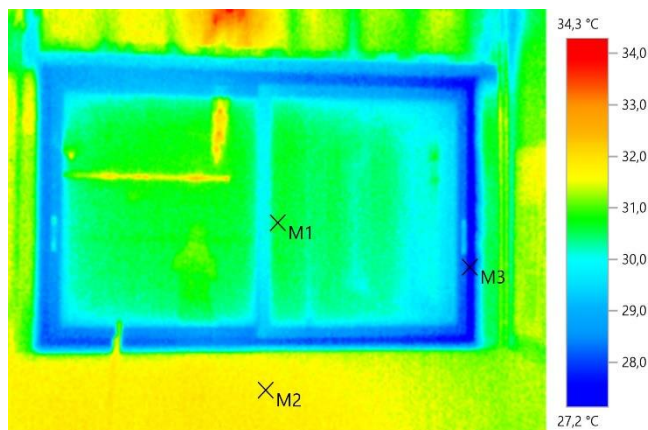
Finestres

M1 (°C)	31,4
M2 (°C)	31,6
M3 (°C)	29,7
Emissivitat	0,95



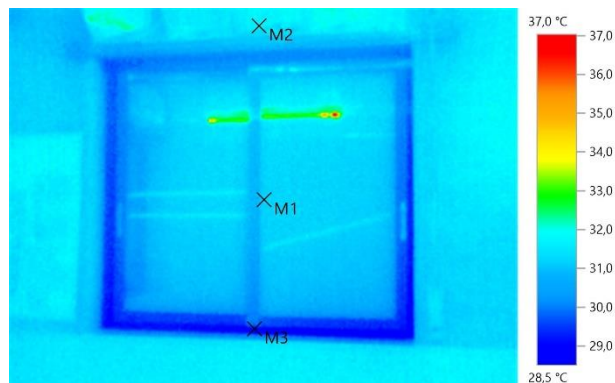
Finestres

M1 (°C)	30,5
M2 (°C)	31,6
M3 (°C)	27,3
Emissivitat	0,95



Finestres

M1 (°C)	31
M2 (°C)	31,8
M3 (°C)	28,9
Emissivitat	0,95



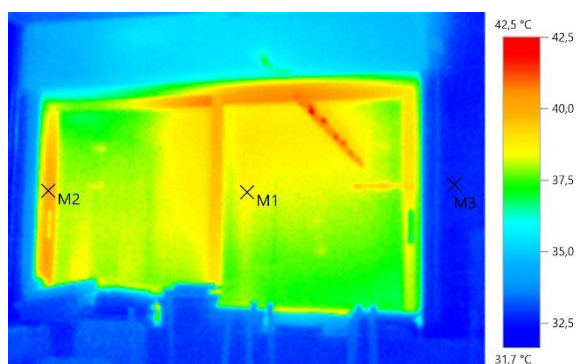


Observacions	- Es detecta pont tèrmic en l'espai per la persiana
--------------	---

Aula 3

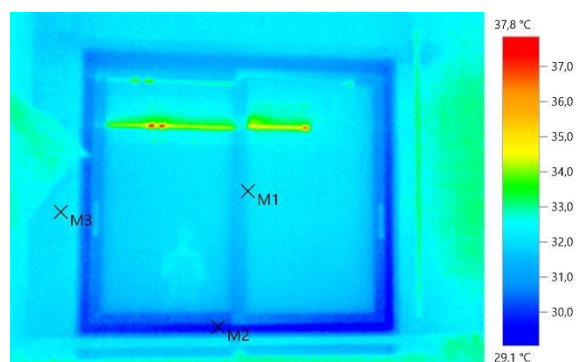
Finestres

M1 (°C)	38,5
M2 (°C)	39,9
M3 (°C)	32,6
Emissivitat	0,95



Finestres

M1 (°C)	32
M2 (°C)	29,6
M3 (°C)	32
Emissivitat	0,95



Observacions	- Es detecta pont tèrmic en la finestra de la primera fotografia de l'aula 3
--------------	--

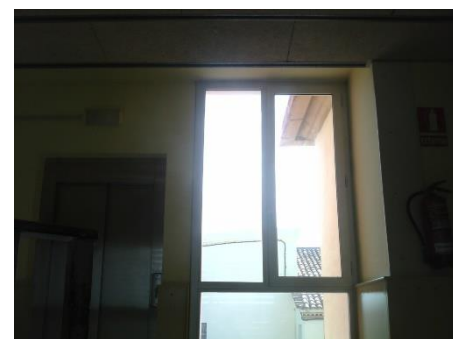
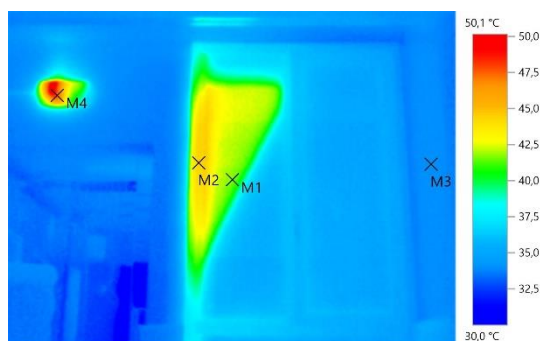


Accés 3

Finestres emergència

i

M1 (°C)	41
M2 (°C)	43,7
M3 (°C)	33,9
M4 (°C)	47,5
Emissivitat	0,95



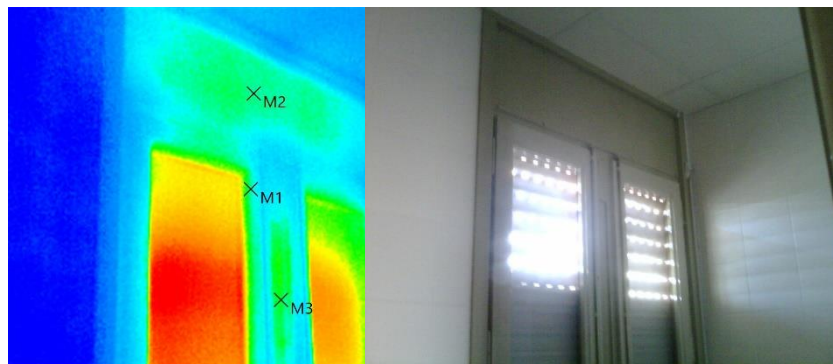
Observacions

- Es detecta punt de calor en l'emergència, tot i que aquesta està apagada

Lavabo nens

Finestres

M1 (°C)	34,1
M2 (°C)	34,2
M3 (°C)	34,5
Emissivitat	0,95



Observacions

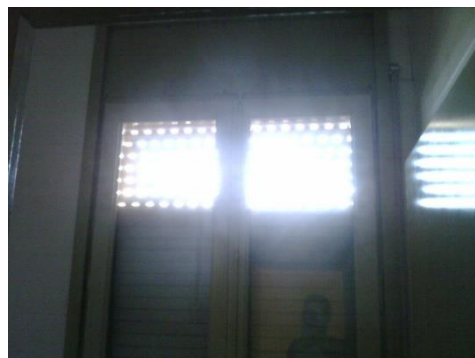
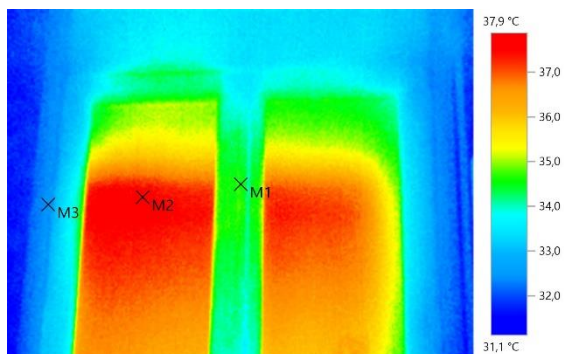
- Es detecta pont tèrmic en la finestra d'uns dos graus.



Lavabo nenes

Finestres

M1 (°C)	34,6
M2 (°C)	37,5
M3 (°C)	32,5
Emissivitat	0,95



Observacions

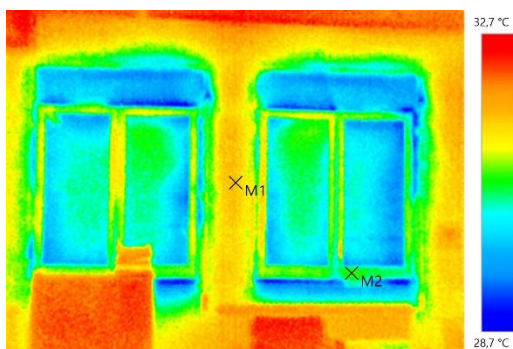
- Es detecta pont tèrmic en la finestra d'uns dos graus.



Aula 2

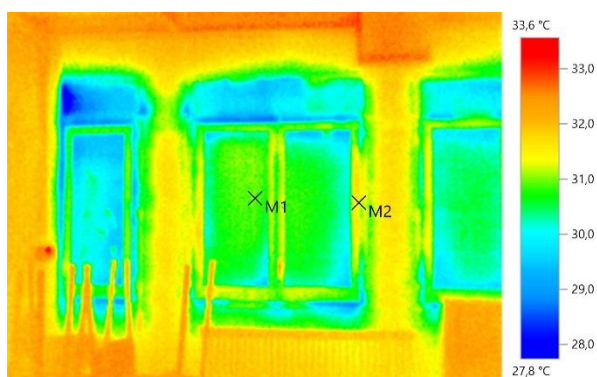
Finestres

M1 (°C)	31,4
M2 (°C)	30,7
Emissivitat	0,95



Finestres

M1 (°C)	30,9
M2 (°C)	31,3
Emissivitat	0,95



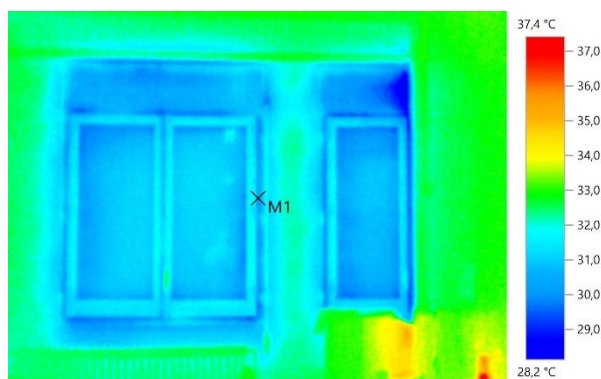
Observacions

- Ponts tèrmics en finestres

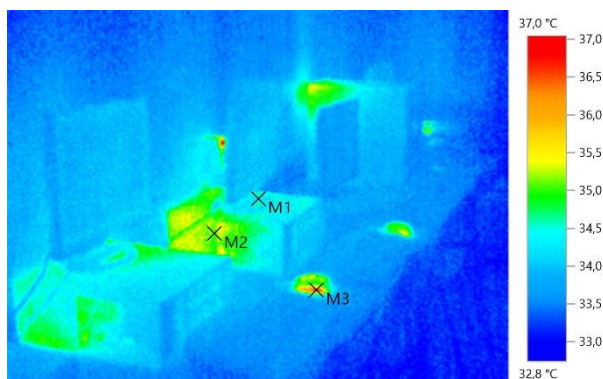


Aula ordinadors

Finestres	
M1 (°C)	30,4
Emissivitat	0,95



Finestres	
M1 (°C)	31,1
M2 (°C)	35
M3 (°C)	36,6
Emissivitat	0,95



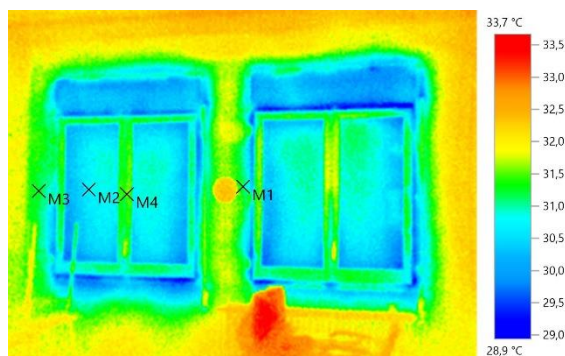
Observacions

- Punts calents a causa dels ordinadors, tot i que aquests estan apagats.

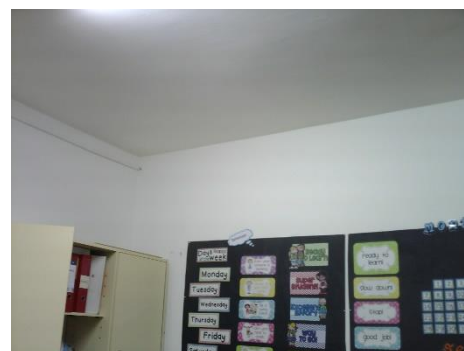
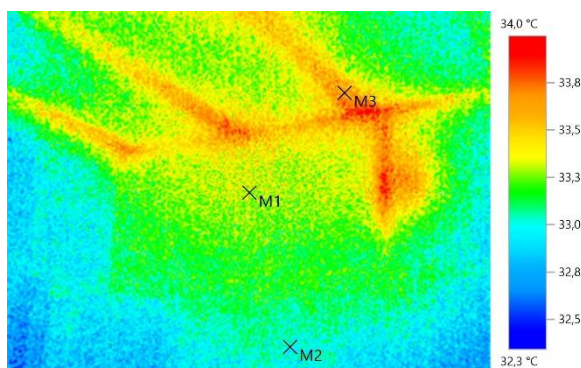


Aula 1

Finestres	
M1 (°C)	31,1
M2 (°C)	30,7
M3 (°C)	31,3
M4 (°C)	31,5
Emissivitat	0,95



Finestres	
M1 (°C)	33,2
M2 (°C)	33
M3 (°C)	33,6
Emissivitat	0,95



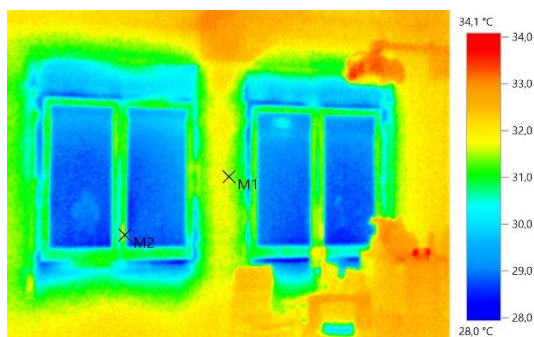
Observacions

- Es detecta pont tèrmic en el sostre a causa de les instal·lacions o be del forjat.



Aula musica

Finestres	
M1 (°C)	31,5
M2 (°C)	31,1
Emissivitat	0,95



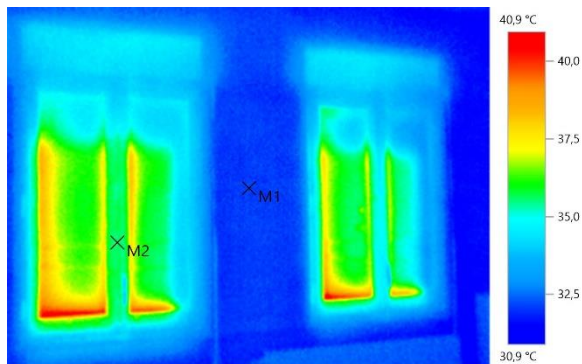
Observacions

- Bon comportament tèrmic en les finestres



Aula biblioteca-Video

Finestres	
M1 (°C)	32
M2 (°C)	35,4
Emissivitat	0,95



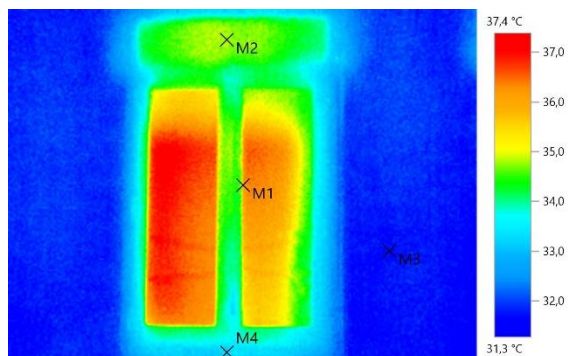
Observacions	- Pont tèrmic finestres
--------------	-------------------------



Escales

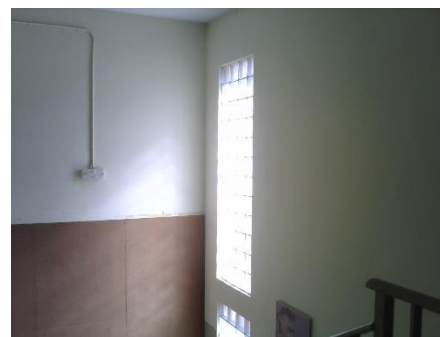
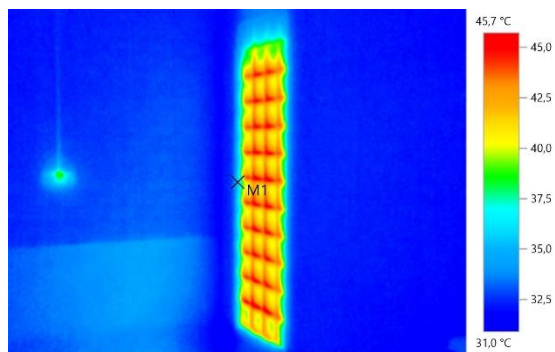
Finestres

M1 (°C)	35,6
M2 (°C)	34,8
M3 (°C)	31,6
M4 (°C)	33,3
Emissivitat	0,95



Finestres

M1 (°C)	35,3
Emissivitat	0,95



Observacions

- Detecció de pont tèrmic en l'espai per la persiana.
- Gran pont tèrmic en la vidriera



5.2.1. Conclusions

S'ha observat que hi ha nombrosos punts calents en gairebé totes les finestres, per tant es conclou que per moltes de les finestres de l'edifici es filtra calor cap a l'interior, ja que actuen com a pont tèrmic.

S'ha detectat una possible humitat en la façana Sud-Oest, en aquest cas el pont tèrmic no afecta a la façana per l'exterior sinó que arriba des del terra, ja que només és interior.

Es detecten ponts tèrmics en portes de l'edifici que donen a l'exterior tant en la façana Nord-Oest com en la façana Sud-Oest, essent de grans dimensions la última.

Per últim s'han detectat punts calents en l'aula d'ordinadors, on el simple fet de deixar els ordinadors connectats genera una gran quantitat de calor dins de l'aula.



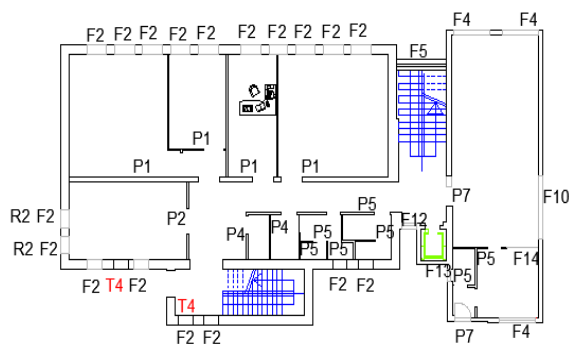
5.3. Estudi energètic finestres i portes

En el present estudi es proposa un anàlisi de totes les portes i finestres que estan instal·lades en l'edifici, a fi de poder saber quina és la transmitància de cadascun dels elements i així poder-los comparar amb la normativa. Aquest estudi s'ha realitzat mitjançant la llibreria de tancament del programa CE3x el qual realitza una estimació de la transmitància dels elements descrits i per tant els resultats són una aproximació de la realitat.

En l'estudi es pot observar la imatge de la porta o finestra, la seva transmitància i la transmitància límit per aquell tancament i així identificar l'estat de cada element.

Per tal de tenir una visió global de la distribució d'aquestes en la figura 76 es mostra la disposició d'aquestes.

Planta baixa



Planta Primera

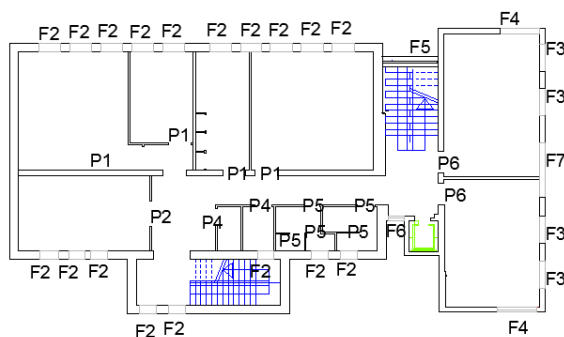
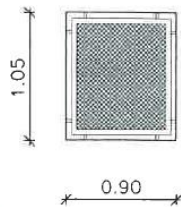


Figura 76 Plànols de la distribució de les portes i finestres de l'edifici



5.3.1. Descripció dels elements

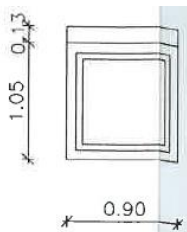
Taula 64 Nomenclatura d'elements addicionals disposats en finestres



Reixa metàl·lica
2 unitats

Element	R1
---------	----

Finestres



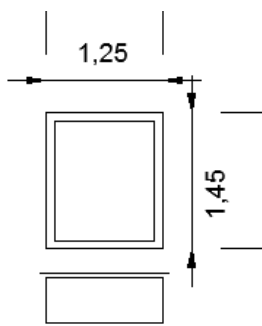
Bastiment duella
2 unitats
Alumini lacat blanc
Tarja practicable: vidre laminar
3+3/8/4
Caixa de persiana incorporada

Taula 65 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element F1.

Element	F1
\dot{U} (W/m ² K)	5,8
Límit (W/m ² K)	3,5



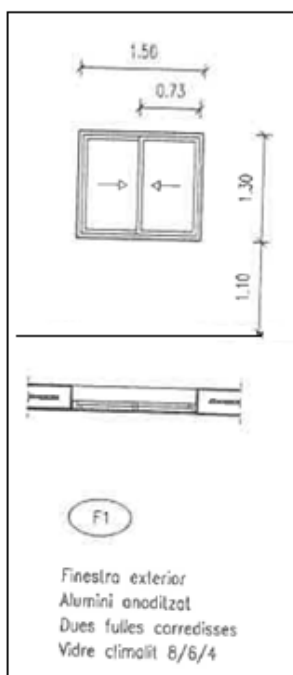
Taula 66 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE Element F2



Acabat en fusta

Vidre laminar 3+3/8/4

Element	F2
\dot{U} (W/m ² K)	4,2
Límit (W/m ² K)	3,5



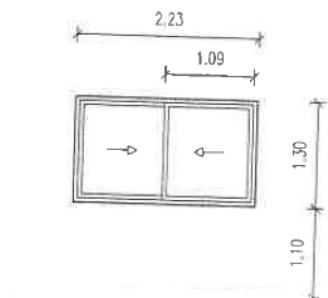
F1
Finestra exterior
Alumini anoditzat
Dues fulles corredisses
Vidre climat 8/6/4

Element	F3
\dot{U} (W/m ² K)	3,4
Límit (W/m ² K)	3,5

Taula 67 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element F3



Taula 68 Nomenclatura, transmissió tèrmica i límit transmissió segons zona climàtica CTE. Element F4



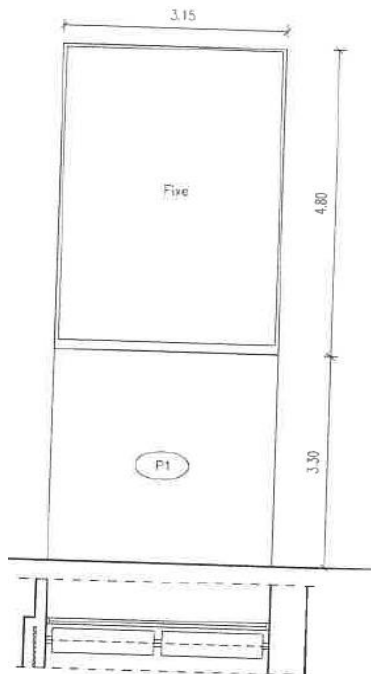
F2

Finestra exterior
Alumini anoditzat
Dues fulles corredisses
Vidre climat 8/6/4

Element	F4
\dot{U} (W/m ² K)	3,4
Límit (W/m ² K)	3,5

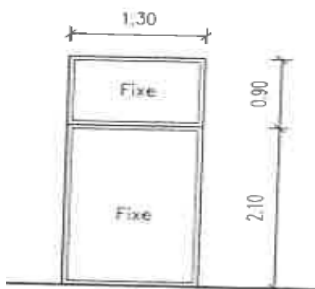


Taula 69 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element F5



Element	F5
\dot{U} (W/m ² K)	3,6
Límit (W/m ² K)	3,5

F5
Finestra exterior
Alumini anoditzat
Una fulla fixa
Vidre climatil 3+3/8/6



Taula 70 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element F6

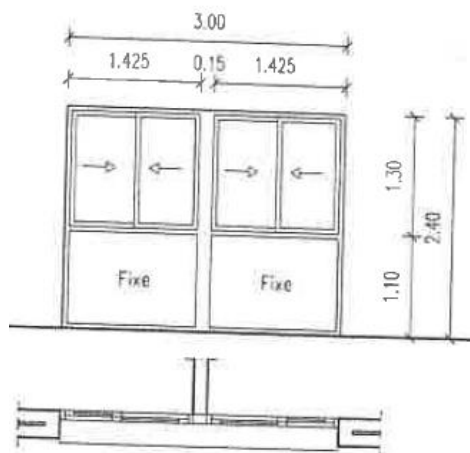
Element	F6
\dot{U} (W/m ² K)	3,4
Límit (W/m ² K)	3,5



Finestra exterior
Alumini anoditzat
Dues fulles fixes
Vidre climat 8/6/4



Taula 71 Nomenclatura, transmissió tèrmica i límit transmissió segons zona climàtica CTE. Element F7



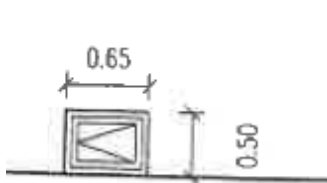
Element	F7
\dot{U} (W/m ² K)	3,4
Límit (W/m ² K)	3,5

F5

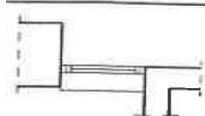
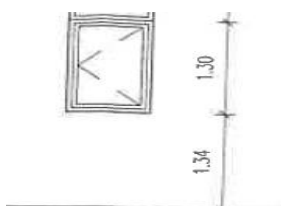
Finestra exterior
Alumini anoditzat
Quatre fulles corredisses
Dues fulles fixes interiors
Vidre climatit 8/6/4



Taula 72 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element F8



Finestra exterior
Alumini anoditzat
Una fulla batent
Vidre climatit 8/6/4



Finestra exterior
Alumini anoditzat
Una fulla fixa
Una fulla batent
Vidre climatit 8/6/4

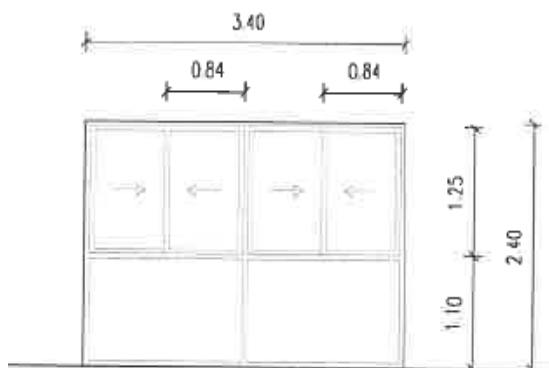
Element	F8
\dot{U} (W/m ² K)	3,4
Límit (W/m ² K)	3,5

Taula 73 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element 9

Element	F9
\dot{U} (W/m ² K)	3,4
Límit (W/m ² K)	3,5



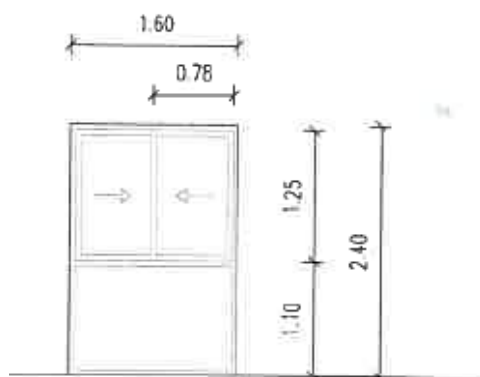
Taula 74 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element F10



F10 1 UNITAT

Finestra exterior
Alumini anoditzat
Quatre fulles corredisses i dues parts fixes
Parts fixes - Vidre climatit 3+3/8/6
Fulles corredisses - Vidre climatit 8/6/4

Element	F10
\dot{U} fixa (W/m ² K)	3,6
\dot{U} corredissa (W/m ² K)	3,4
Límit (W/m ² K)	3,5



F11 1 UNITAT

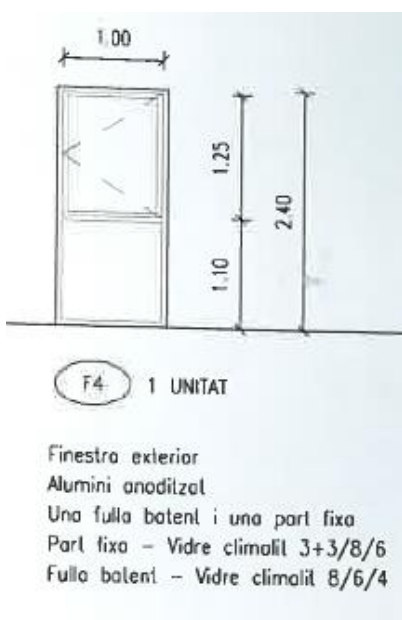
Finestra exterior
Alumini anoditzat
Dues fulles corredisses i una part fixa
Part fixa - Vidre climatit 3+3/8/6
Fulles corredisses - Vidre climatit 8/6/4

Taula 75 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element F11

Element	F11
\dot{U} fixa (W/m ² K)	3,6
\dot{U} corredissa (W/m ² K)	3,4
Límit (W/m ² K)	3,5

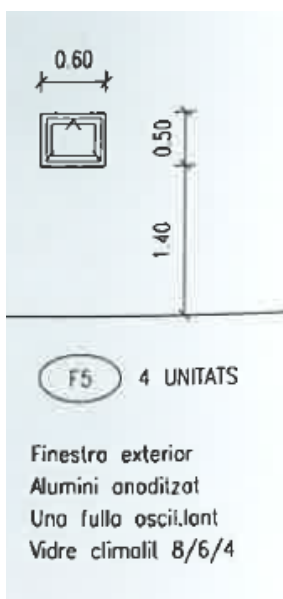


Taula 76 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element F12



Element	F12
\dot{U} fixa (W/m ² K)	3,6
\dot{U} corredissa (W/m ² K)	3,4
Límit (W/m ² K)	3,5

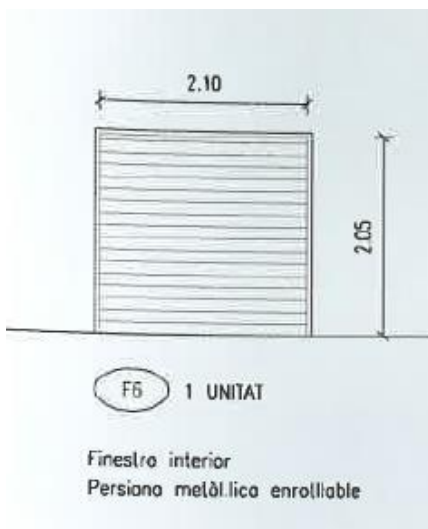
Taula 77 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element F13



Element	F13
\dot{U} (W/m ² K)	3,4
Límit (W/m ² K)	3,5



Taula 78 Nomenclatura elements
addicional persiana cuina. Element F14

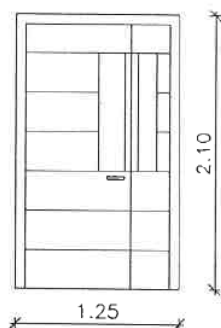


Element	F14
---------	-----



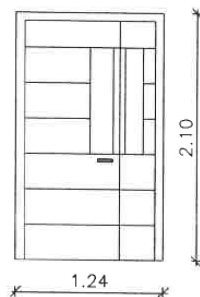
Portes

P1



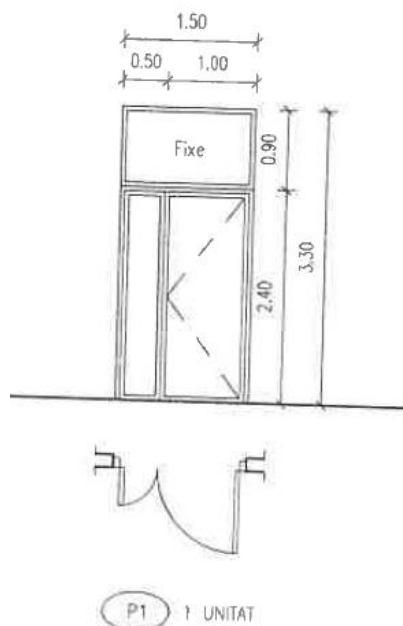
Bastiment 0.15
8 unitats

P2



Bastiment 0.15
1 unitat

Figura 77 Imatge de les portes instal·lades en aules interiors de l'escola



Taula 79 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element P3

Element	P3
\dot{U} (W/m ² K)	3,6
Límit (W/m ² K)	3,5

Porta exterior
Alumini anoditzat
Una fulla batent i dues parts fixes
una lateral inferior i una superior
Vidre climatit 3+3/8/6



Figura 78 Imatges de porta exterior de l'edifici de l'escola.

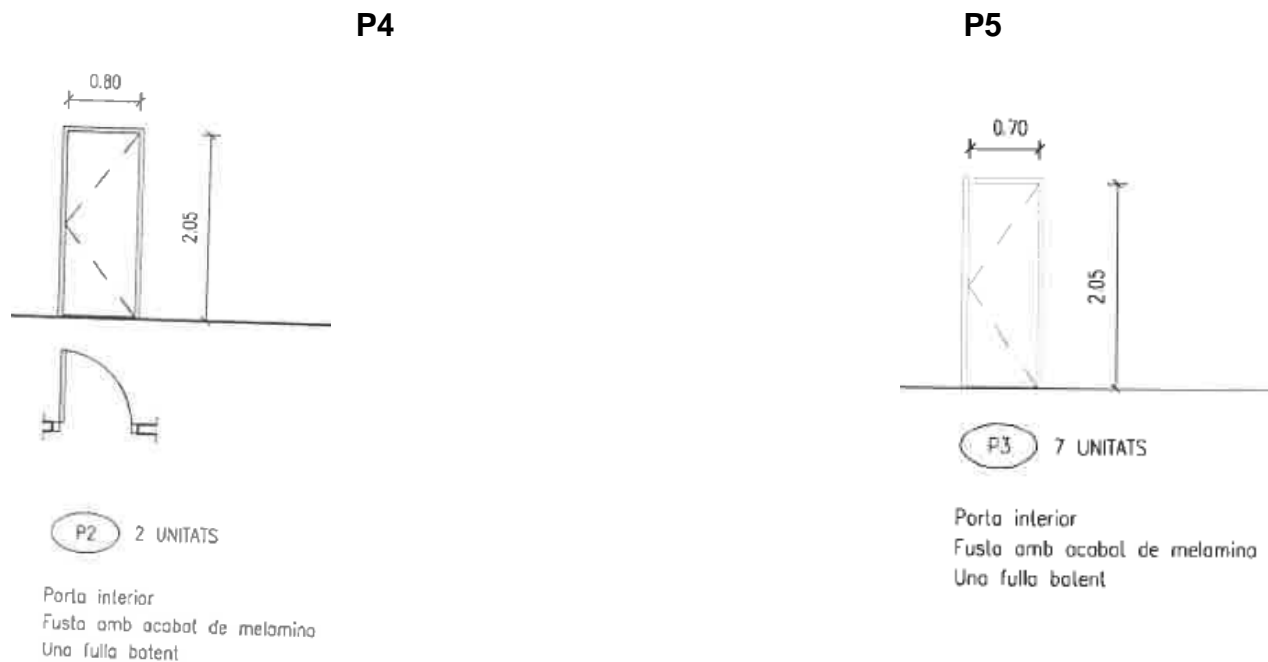
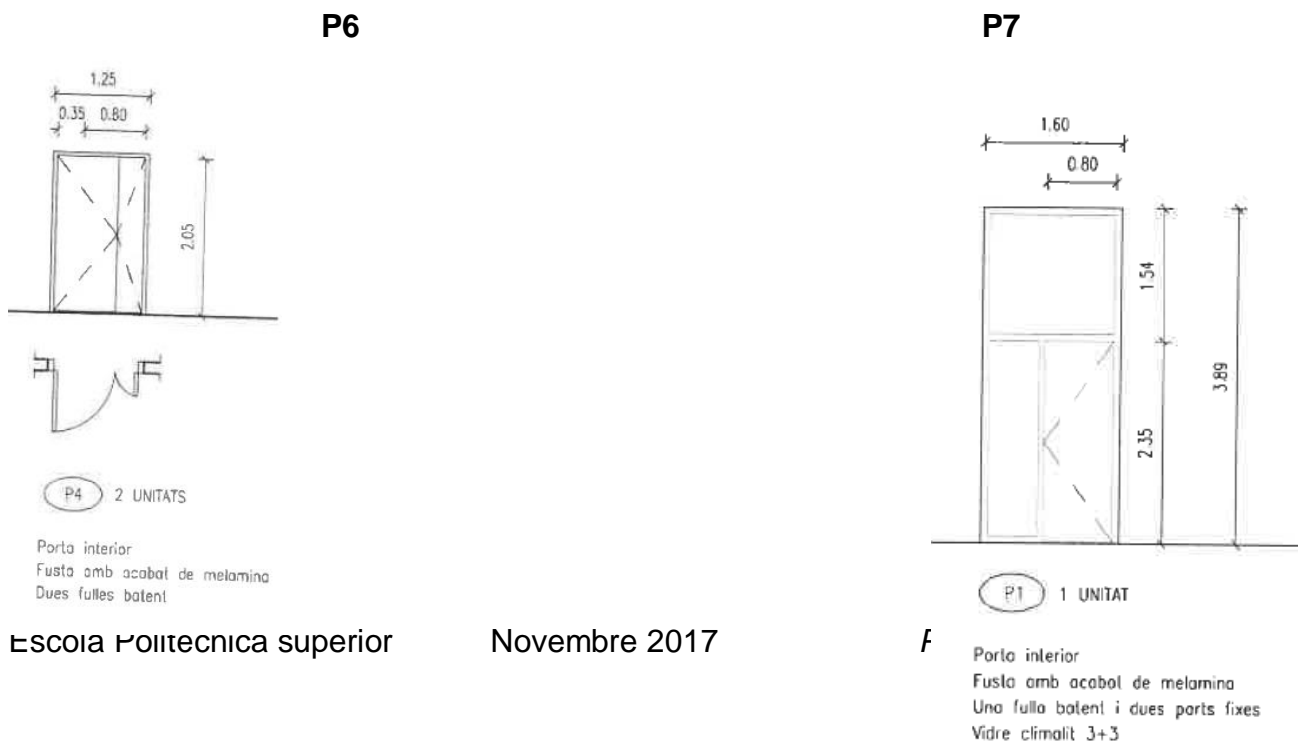
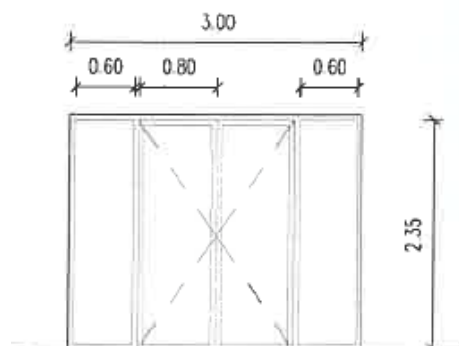


Figura 79 Imatge de les portes instal·lades en aules interiors de l'escola.





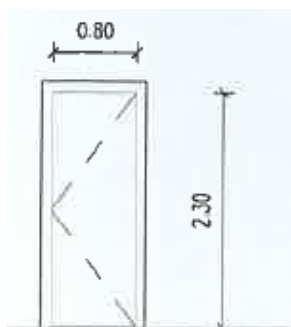
P4 1 UNITAT

Porta exterior
Alumini anoditzat
Dues fulles batents i dues parts fixes
Vidre climatit 3+3/8/6

Taula 80 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element P8

Element	P8
\dot{U} (W/m ² K)	0,17
Límit (W/m ² K)	2,7

Figura 80 Imatge porta exterior accés pati.



P5 1 UNITAT

Porta exterior
Metàl·lica lacada
Una fulla batent

Taula 81 Nomenclatura, transmitància tèrmica i límit transmitància segons zona climàtica CTE. Element P9

Element	P9
\dot{U} (W/m ² K)	5,83
Límit (W/m ² K)	2,7

Figura 81 Porta metàl·lica exterior



5.3.2. Conclusions

S'observa en l'estudi de les finestres que la gran majoria de finestres i portes no compleix amb la normativa db-H1 del codi tècnic de l'edificació, aquest fet fa que la demanda de calefacció i refrigeració de l'edifici augmenti i l'edifici sigui poc eficient energèticament.

Es conclou per tant que caldria una reforma en gairebé totes les finestres i portes amb vidre de l'edifici, per tal d'assegurar el compliment de la normativa i una millora de l'eficiència energètica de l'edifici.